

POWERED BY **Dialog**

Substrate processor exhibiting increased through-put for e.g. LCD substrate or semiconductor wafer - has circulating feed on successive charge lot inserted at least once to prevent non-processing of PCB part required for processing next charge lot during preceding charge lot

Patent Assignee: DAINIPPON SCREEN SEIZO KK; DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

Inventors: HAMADA T; HASHINOKI K; KAMEI K; MORIMOTO T

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
JP 7283094	A	19951027	JP 9471036	A	19940408	199601	B
US 5668733	A	19970916	US 95417800	A	19950406	199743	
JP 2994553	B2	19991227	JP 9471036	A	19940408	200006	
KR 150290	B1	19981201	KR 958124	A	19950407	200031	

Priority Applications (Number Kind Date): JP 9471036 A (19940408)

Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
JP 7283094	A		31	H01L-021/02	
US 5668733	A		43	G06F-019/00	
JP 2994553	B2		31	H01L-021/02	Previous Publ. patent JP 7283094
KR 150290	B1			H01L-021/02	

Abstract:

JP 7283094 A

If substrate processing parts (AH, CP, HP, SC, SD) not used in both preceding and succeeding charge lots, the circulation feeding on the succeeding charge lot is inserted at least one time, to prevent the vacancy of substrate processing part required for processing the succeeding charge lot during processing of the preceding charge lot.

ADVANTAGE - Processing part is efficiently used, improving through-put.

Dwg.7/21

US 5668733 A

A substrate processing apparatus for processing a precedent and a subsequent lot each of which is formed by a plurality of substrates, comprising:

a plurality of first processing parts each of which processes said substrates of said precedent lot one by one;

a plurality of second processing parts each of which processes said substrates of said subsequent lot one by one;

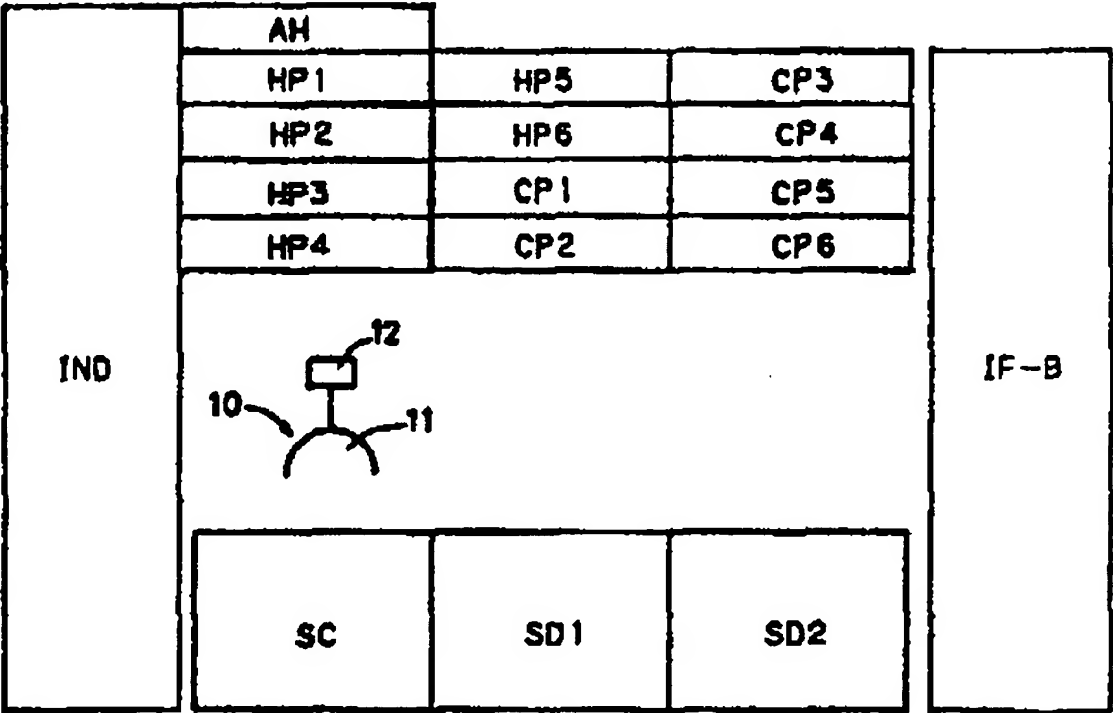
transport means for circulating among said first processing parts while holding said substrates of said precedent lot to

<http://toolkit.dialog.com/intranet/cgi/present?STYLE=621875714&PRESENT=DB=351,AN=10508462,F...> 1/30/2004

perform circulating transportation for said precedent lot, thereby to process said substrates of said precedent lot by first processing and circulating among said second processing parts while holding said substrates of said subsequent lot to perform circulating transportation for said subsequent lot, thereby to process said substrates of said subsequent lot by second processing, said transport means being capable of carrying only single substrate at the same time from one of said plurality of first or second processing parts to another; and

double flow control means for controlling said transport means to perform double flow processing in which said circulating transportation for said precedent and subsequent lots are performed by repetition of unit circulation which circulates among said first or second processing parts, and in which said circulating transportation for said precedent lot is interrupted after starting of the circulating transportation of the first substrate of said precedent lot before starting of the circulating transportation of the last substrate of said precedent lot and then at least one unit circulation of said circulating transportation for said subsequent lot is performed.

Dwg.6/21



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-283094

(43) 公開日 平成7年(1995)10月27日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/02	Z			
G 0 2 F 1/13	1 0 1			
H 0 1 L 21/68	A			

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願平6-71036

(22) 出願日 平成6年(1994)4月8日

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72) 発明者 梶木 憲二

京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日本スクリーン製造株式会社洛西工場内

(72) 発明者 濱田 哲也

京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日本スクリーン製造株式会社洛西工場内

(74) 代理人 弁理士 吉田 茂明 (外2名)

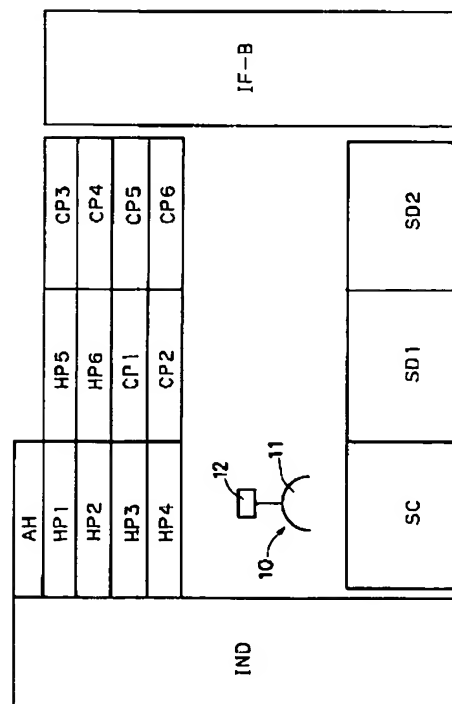
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置

(57) 【要約】

【目的】 フロー自体が異なるロットを連続的に処理する場合であっても、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる基板処理装置。

【構成】 先投入ロット及び後投入ロットで共に使用される基板処理部AH、CP、HP、SC、SDが存在しない場合、搬送ロボット10による先投入ロットに関する先投入ロット側循環搬送のうち、先投入ロットの最初の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送後から先投入ロットの最後の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送前までの間に、後投入ロットの基板に関する後投入ロット側循環搬送を少なくとも1回以上割込ませることとしているので、先投入ロットの処理中に後投入ロットの処理に必要な基板処理部の全てが空いてしまうといった事態を防止でき、基板処理部AH、CP、HP、SC、SDを効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の処理を行う複数の基板処理部と、基板を前記複数の基板処理部間で搬送する搬送手段とを備え、当該搬送手段により、所定の処理手順が定められた先投入ロットの基板とこの先投入ロットと異なる所定の処理手順が定められた後投入ロットの基板とをそれぞれ前記複数の基板処理部間で循環搬送させることによって、先投入ロットと後投入ロットの基板とを順次処理する基板処理装置であって、

先投入ロット及び後投入ロットで共に使用される基板処理部が存在しない場合、先投入ロットに関する先投入ロット側循環搬送のうち、先投入ロットの最初の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送後から先投入ロットの最後の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送前までの間に、後投入ロットの基板に関する後投入ロット側循環搬送を少なくとも1回以上割込ませるように制御する制御手段を備えたことを特徴とする基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、各基板処理部への基板の搬送順序や、各基板処理部の制御条件である制御パラメータ等が異なるように設定されている処理すべき異種ロット中の各基板を、複数の基板処理部間で循環搬送して効率よく処理する基板処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 周知のように、液晶表示基板や半導体基板などの精密電子基板（以下、単に「基板」という）の製造プロセスにおいては、例えば回転式塗布処理部（以下「スピニングコート」という）、回転式現像処理部（以下「スピンドベロッパ」という）、密着強化ユニット、クーリングプレートおよびホットプレートなどを適当に配置し、基板搬送ロボットなどの基板搬送手段により基板をそれらの基板処理部間で所定の搬送順序で搬送しつつ、それらの処理部に出し入れして一連の処理工程を行う基板処理装置が使用される。なお、この明細書においては、スピニングコート、スピンドベロッパ等を個別具体的に説明する場合には、その名称を用いる一方、それらを一般的に説明する場合には、「基板処理部」と称することとする。

【0003】 このような基板処理装置では、フロー（各基板処理部への搬送順序）が同一で熱処理時間等の制御パラメータが異なる各ロットを連続的に処理する場合に、スループットを向上させつつ同一ロット内での基板間の熱履歴のばらつきを防止するため、先投入ロットの最後の基板と後投入ロットの最初の基板とを切れ目なく基板処理部に投入するとともに、過渡期に投入される後投入ロットの最初の基板の搬送タイミングを遅らせ、或いは後投入ロットのタクトタイムを先投入ロットのタクトタイムと一致させて連続処理を確保するということが行われている（特開平4-113612号公報参照）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記のような基板処理装置においては、熱処理工程、回転式塗布処理工程等の有無などフロー自体が異なるロットを連続的に処理する場合、先投入ロットの基板と後投入ロットの基板とが基板処理部のいずれかで衝突したり追い越したりしてこれらの処理が混乱するという干渉の問題を予め回避することを目的として、先に投入される先投入ロットの処理済み基板を全てカセット内に収納した後に、後に投入される後投入ロットの基板の処理を開始している。したがって、フロー自体が異なる前後投入ロット間では、その基板処理部の多くが遊んでしまうこととなり、このロス時間によってスループットが著しく低下してしまう。特に、先投入ロットと後投入ロットで共通に使用される基板処理部が存在しない場合、先投入ロットの処理中に後投入ロットの処理に必要な基板処理部の全てが空いてしまい、基板処理部の全体を有効に活用できないといった問題があった。

【0005】 この発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、フロー自体が異なるロットを連続的に処理する場合であっても、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる基板処理装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、この発明は、 基板の処理を行う複数の基板処理部と、基板を複数の基板処理部間で搬送する搬送手段とを備え、この搬送手段により、所定の処理手順が定められた先投入ロットの基板とこの先投入ロットと異なる所定の処理手順が定められた後投入ロットの基板とをそれぞれ複数の基板処理部間で循環搬送させることによって、先投入ロットと後投入ロットの基板とを順次処理する基板処理装置であって、先投入ロット及び後投入ロットで共に使用される基板処理部が存在しない場合、先投入ロットに関する先投入ロット側循環搬送のうち、先投入ロットの最初の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送後から先投入ロットの最後の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送前までの間に、後投入ロットの基板に関する後投入ロット側循環搬送を少なくとも1回以上割込ませるように制御する制御手段を備えたことを特徴とする。

【0007】

【作用】 この発明の基板処理装置では、先投入ロット及び後投入ロットで共に使用される基板処理部が存在しない場合、先投入ロットに関する先投入ロット側循環搬送のうち、先投入ロットの最初の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送後から先投入ロットの最後の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送前までの間に、後投入ロットの基板に関する後投入ロット側循環搬送を少なくとも1回以上割込ませるように制御しているので、先投

入ロットの処理中に（処理中の全ての時間にあって）後投入ロットの処理に必要な基板処理部の全てが空いてしまうといった事態を防止でき、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0008】

【発明内容の具体的説明】実施例の説明の前に、明確化のため、この発明の搬送装置の動作を従来例との比較において具体例として説明する。

【0009】図1は、先投入ロットの搬送動作を示す搬送ダイアグラムである。同図左側の符号INDは、基板をカセットへ出入れするインデクサーを示し、符号a、b、c、d、e、f、g、hは、それぞれ加熱処理、冷却処理、塗布処理、現像処理等の基板処理部を意味する。また、同図において右側に行く程時間が経過することを意味する。さらに、太い実線RBは、搬送手段である搬送ロボットRの動きを示す。この搬送ロボットRBは、インデクサーINDを含めて、所定の基板処理部a、b、d、f、g、h間で周期的な先投入ロット側循環搬送を繰り返す。これにより、基板A1～A8は、インデクサーINDから取り出され、予め定められた先投入ロットのフローに従い、各基板処理部a、c、d、f、g、hでの一連の処理を経て、再びインデクサーINDに戻る。具体的に説明すると、例えば時刻T1では、インデクサーINDにやってきた搬送ロボットRBによってカセットからの基板A8が搬出される。次に、時刻T2では、基板処理部aにやってきた搬送ロボットRBによって、この基板処理部aから基板A7が取り出され、ここに基板A8が挿入される。これにより、基板処理部aで基板A7と基板A8が交換される。次に、時刻T3では、基板処理部cにやってきた搬送ロボットRBによって、この基板処理部cにある基板A6と基板A7が交換される。以上のような動作を繰り返して、搬送ロボットRBが再びインデクサーに戻ってきたとき、1サイクルの先投入ロット側循環搬送が終了する。このような先投入ロット側循環搬送を繰り返すことにより、基板A1～A8は、上記所定のフローに従い、各基板処理部a、c、d、f、g、hでの一連の処理を受けることとなる。なお、搬送ロボットRBがインデクサーINDに所定時間以上待機するのは、各基板処理部a、c、d、f、g、hのいずれかに処理律速部分（例えば、加熱処理部での加熱処理時間が他の基板処理部での処理時間や搬送ロボットが各基板処理部を循環搬送するのに要する時間と比較して最も長い場合、この加熱処理部が処理律速部分となる。）があるため、搬送周期をこの処理律速部分での処理に要する時間以下にできないということに起因している。

【0010】図2及び図3は、図1のような循環搬送において、従来例の搬送方法を実施した場合の問題点を説明するための図である。図2は、先投入ロットの最後の

基板A8が基板処理部aから搬出された後直ちに、後投入ロットの最初の基板B1を投入するときを示す。この場合、後投入ロットのフローが基板処理部b、eを使用するものとする、基板処理部aから基板処理部bにかけて基板A8、B1を同時に搬送しなければならず、先後の投入ロットが衝突してしまう。このため、従来は、後投入ロットの最後の基板A8の処理が完了するまで、後投入ロットの最初の基板B1を投入していなかった。図3は、このことを説明する図である。図示のように、後投入ロットの最後の基板A8の処理が完了してインデクサーINDを経てカセットに戻った後、後投入ロットの最初の基板B1の投入を開始する。この結果、従来技術では、先後の投入ロットの衝突の問題は回避できるものの、これらロット間の接続時期において6サイクル分の待機時間が生じ、この間基板処理部a～fが遊んでしまうこととなり、このロス時間によってスループットが低下してしまっていた。しかも、図1～図3に示すように、先投入ロットの基板と後投入ロットの基板とで共通に使用される基板処理部が存在しない場合、先投入ロットの処理中に後投入ロットの処理に必要な基板処理部b、eが空いてしまい、基板処理部a～hの全体を有効に活用できないといった問題があった。

【0011】図4は、図3のようなような従来方法の問題点を解決する、この発明の基板処理装置の搬送動作を説明した図である。この発明の搬送装置では、後投入ロットの基板B1'、B2'、B3'の投入タイミングを早め、先投入ロットの最初の基板A1を含む先投入ロット側循環搬送後から先投入ロットの最後の基板A8を含む最初の先投入ロット側循環搬送前までの間に割込ませることとする。例えば、基板A6の最初の先投入ロット側循環搬送によって基板A6が基板処理部aにある期間中に、本来インデクサーで待機中の搬送ロボットRBを後投入ロット側循環搬送して基板処理部b、eで巡回させることによりまず基板B1'を基板処理部bに移送する。これを繰り返すことにより、基板B1'、B2'、B3'の処理を実行することができる。このように、後投入ロット側循環搬送の割込みによって、先投入ロットの処理中に後投入ロットの処理を並行して行うことができ、しかも先投入ロットの処理を遅延させることがない。したがって、各基板処理部a～hを効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。なお、上記場合には、各基板処理部a、c、d、f、g、hのいずれかに処理律速部分があることが前提となるが、このような処理律速部分がない場合であっても、少なくとも、フロー自体が異なる前後投入ロット間を接続する場合に生じていたロス時間をなくすことができ、スループットが向上し、かつ、必要なロットを同時並列的に処理することができる。

【0012】図5は、図4に示すような先投入ロット側循環搬送と後投入ロット側循環搬送の同時進行の動作方

法を概念的に説明した図である。ステップS401で、先投入ロット側循環搬送を行い、ステップS402で、次の先投入ロット側循環搬送開始までに後投入ロット側循環搬送の割込みが可能かどうか、すなわち後投入ロット側循環搬送のサイクル時間が終了（タイムアップ）したかどうかを判定する。可能であると判定された場合、ステップS403に進み、後投入ロット側循環搬送を行い、ステップS404で、次の後投入ロット側循環搬送開始までに先投入ロット側循環搬送の割込みが可能かどうかを判定する。可能であると判定された場合、ステップS401に進み、先投入ロット側循環搬送を行う。

【0013】

【実施例】

【0014】

【A. 第1実施例の基板処理装置の構成】図6は、この発明にかかる基板処理装置の第1実施例を示す斜視図であり、図7は、図6の基板処理装置を構成する基板処理部の配置関係を示す模式図である。また、図8は、図1の基板処理装置のブロック図である。

【0015】この基板処理装置は、基板30に一連の処理（この実施例では塗布処理、現像処理、密着強化処理、加熱処理、冷却処理）を行うための装置であり、塗布処理を行う基板処理部であるスピンコートSC、現像処理を行う基板処理部であるスピンドベロッパSD1、SD2が正面側に配列され、基板処理列Aを形成している。

【0016】また、基板処理列Aに対向する後方側の位置には、各種熱処理を行う基板処理部である密着強化ユニットAH、ホットプレートHP1～HP6、及びクーリングプレートCP1～CP6が3次元的に配置され、基板処理領域Bを形成している。

【0017】さらに、この装置には、基板処理列Aと基板処理領域Bに挟まれ、基板処理列Aに沿って延びる搬送領域Cが設けられており、この搬送領域Cには搬送ロボット10が移動自在に配置されている。この搬送ロボット10は、基板30を支持する一対のアームからなる把持部材11を有する移動体12を備えている。この把持部材11を構成する上下一対のアームは、アーム駆動機構（図示省略）によりそれぞれ独立して基板処理列Aおよび基板処理領域B側に進退移動可能となっていて、これら基板処理列Aおよび基板処理領域Bを構成するいずれかの処理部との間で一方のアームで処理の終了した基板を受け取り、他方のアームで前の基板処理部等から搬送してきた基板を処理部に載せるようにして基板30の交換を行うことができる。

【0018】なお、図示を省略しているが、搬送ロボット10の移動体12には、3次元の駆動機構が連結されており、この駆動機構を制御することにより、移動体12を各基板処理部の前に移動させて、基板30の受渡しを可能としている。

【0019】そして、基板処理列A、基板処理領域Bおよび搬送領域Cの一方側（図面左側）の端部には、カセット20からの基板30の搬出とカセット20への基板30の搬入とを行うインデクサーINDが設けられている。このインデクサーINDに設けられた移載ロボット40は、カセット20から基板30を取り出し、搬送ロボット10に送り出したり、逆に一連の処理が施された基板30を搬送ロボット10から受け取り、カセット20に戻すようになっている。なお、図6への図示が省略されているが、基板処理列A、基板処理領域Bおよび搬送領域Cの他方側（図面右側）の端部には、基板30を他の基板処理装置との間で受け渡しするインターフェースバッファIF-Bが設けられており、インターフェースバッファIF-Bに設けられた移載ロボット42と搬送ロボット10との協働によって基板30の受渡し処理を行う。

【0020】なお、図8において、コントローラ50は、演算部やメモリを備えた演算処理装置であり、ディスプレイ51およびキーボード52が接続されるとともに、各基板処理部や搬送ロボット10との間で通信可能となっており、キーボード52により与えられるデータ等に基づき、後述する演算等の処理を行い、搬送ロボット10、スピンコートSC、ホットプレートHP1～HP3等の動作を制御する。

【0021】

【B. 第1実施例の基板処理装置の動作】図9は、第1実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。この場合、先に投入したロットAの処理途中に後の異種フローのロットBの処理指令があったときに、先投入ロット側循環搬送と後投入ロット側循環搬送の同時進行を図る。以下、図示のフローチャートを参照しつつ、基板30の搬送手順を中心に装置の動作について説明する。

【0022】ここで、異種フローとは、1つの基板30に着目した場合の搬送順序、すなわち基板30の処理手順（以下、ウエハフローという）が異なる処理のことをいう。例えば、先に投入すべき第1カセットの基板30と後に投入すべき第2カセットの基板30とで使用する基板処理部に一部又は全部に対して不一致が生じたり、その使用される順序が異なるなどウエハのフロー内容が異なる場合がこれに該当する。

【0023】このような異種フローの中には、先後のロットA、Bの各ウエハフローで共通に使用される基板処理部がない場合と、共通に使用される基板処理部がある場合とがある。先後のロットA、Bの各ウエハフローで共通に使用される基板処理部がない場合、先投入ロットAの処理中に後投入ロットBの処理に必要な基板処理部が全部空いた状態となっているので、これらの基板処理部を有効に活用すべく、先投入ロットAの処理中にもロットBの循環搬送を行ってロットBの処理を同時並列的

に進行させるものとする。このような処理方法を便宜上「ダブルフロー」と称することとする。一方、先後のロットA、Bの各ウエハフローで共通に使用される基板処理部がある場合、先投入ロットAの処理中に後投入ロットBの処理に必要な基板処理部が全部空いた状態となっていないので、前述のような「ダブルフロー」は、適用できない。このため後に詳細に述べるが、先後のロットA、Bの接続における相互の処理の干渉を避けるという条件の下で、後投入ロットBの投入タイミングを早め、先後のロットA、Bの連続処理における時間ロスを減少させるものとする。このような処理方法を便宜上「フレックスフロー」と称することとする。

【0024】以上のような「ダブルフロー」と「フレックスフロー」は、異種フローである先後のロットA、Bに共通に使用される基板処理部があるか否かによって使い分けるべきであるが、この発明の主題は「ダブルフロー」を実行し得る基板処理装置に関するものである。以下の第1実施例では、先投入ロットAの処理中に、この先投入ロットAと共通する部分がない異種フローで処理される後投入ロットBが投入される場合、すなわち「ダブルフロー」の処理を必要とする場合について説明する。

【0025】図9に示すように、予め、先に投入すべきロットAのパターンを決定する（ステップS1）。

【0026】具体的には、オペレータが、先投入ロットAのカセット20の数、カセット20中の基板30の数、先投入ロットAのウエハフロー、処理条件等を入力する。また、必要な場合は、装置を構成する各基板処理部の配置に関する情報や搬送ロボット10に関する情報をキーボード52を介して入力する。なお、ウエハフローの具体的な内容は、上記したように、原則として基板30を搬送する順序（搬送順序）のことを意味するが、実施例の説明中では各基板処理部での処理に要する時間（処理時間）等の要素も含めるものとする。また、処理条件の具体的な内容は、処理温度、回転速度、処理液の種類等である。

【0027】さらに、先投入ロットAのウエハフロー、処理条件等の入力に基づいて、先投入ロットAのカセット20内の基板30を連続的に処理するために必要なパラメータを決定する。例えば、基板30の搬送順序、処理時間等に基づいて、搬送ロボット10の動作ルーチンの詳細、各基板処理部（ユニット）での処理パターンの詳細、基板30の循環搬送における搬送周期（サイクルタイム）等を決定する。

【0028】次に、先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判定する（ステップS2）。先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送であれば、先投入ロットAの処理は終了する。

【0029】先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でないと判定された場合、ステップS1で入

力、決定された処理条件等に基づいて、インデクサーINDの前で待機する搬送ロボット10に基板処理部間で1サイクルの循環搬送を行なわせ、先投入ロットAの基板30を1フローステップ分進める。この場合、先投入ロットAのカセット20から最初の基板30が取り出されインデクサーIND内で搬出可能状態となる。次に、オペレータから次に投入すべきロットBの処理命令が出されているか否かを判別する（ステップS4）。ロットBの処理命令が出されていないければ、再びステップS2に戻る。先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でなければ、同様の動作を繰返し、先投入ロットAの基板30の処理を順次進行させる（ステップS2～S4）。これにより、ロットAの各基板30に、予め定められたウエハフローに従って順次諸処理を施すことができる。

【0030】ステップS4で後投入ロットBの処理命令が出されている場合、後に投入すべきロットBのパターン等を決定する（ステップS5）。すなわち、後投入ロットBのウエハフロー、処理条件等の入力に基づいて、後投入ロットBのカセット20内の基板30を連続的に処理するために必要なパラメータを決定する。例えば、基板30の搬送順序、処理時間等に基づいて、搬送ロボット10の動作ルーチンの詳細、各基板処理部（ユニット）での処理パターンの詳細等を決定する。

【0031】さらにこの場合、後投入ロットBの処理を先投入ロットAの処理中に割込ませ、先投入ロットAと後投入ロットBの処理を同時並列的に進行させるために必要なパラメータを決定する。最初に、先投入ロットAのサイクルタイムTAと後投入ロットBのサイクルタイムTBとを求める。ここで、各サイクルタイムTA、TBは、以下の

$$TA_n = (A \text{ プロセス時間}) + (A \text{ プロセス準備時間}) + (A \text{ 受渡時間}),$$

$$TB_n = (B \text{ プロセス時間}) + (B \text{ プロセス準備時間}) + (B \text{ 受渡時間}),$$

の最大値（換言すれば、処理律速部分の TA_n 、 TB_n ）にそれぞれなっている。なお、Aプロセス時間とは、ロットAの基板1枚毎に関して各基板処理部（ユニット）での各種の処理に要する時間を指し、Aプロセス準備時間とは、ロットAに関して各基板処理部（ユニット）での処理のためのセットアップに要する時間を指し、A受渡時間とは、ロットAに関して各基板処理部（ユニット）での基板30の入れ替えに要する時間を指す。また、Bプロセス時間とは、ロットBの基板1枚毎に関して各基板処理部（ユニット）での各種の処理に要する時間を指し、Bプロセス準備時間とは、ロットBに関して各基板処理部（ユニット）での処理のためのセットアップに要する時間を指し、B受渡時間とは、ロットBに関して各基板処理部（ユニット）での基板30の入れ替えに要する時間を指す。

【0032】以下の表1は、サイクルタイムTA、TBの
 具体的計算方法を説明するために一対の異種フローを例
 示したものである。

* 【0033】
【表1】

*

ロットA	ロットB
IND (L)	IND (L)
AH (50 sec)	
CP1 (50 sec)	
SC (50 sec)	
HP1 HP2 (80 sec)	
CP2 CP3 (80 sec)	
IF-B	
HP3 (50 sec)	
CP4 (50 sec)	
SD1 SD2 (110 sec)	
HP4 HP5 (120 sec)	
CP5 (50 sec)	
IND (UL)	HP6 (30 sec)
	CP6 (50 sec)
	IND (UL)

【0034】ここで、符号IND(L)はインデクサーからの搬出を、符号AHは密着性強化処理を、符号HP1～HP6はホットプレートでの処理を、符号CP1～CP6はクールプレートでの処理を、符号SCはスピニングコートでの処理を、符号SD1、SD2はスピンドベロップでの処理を、符号IF-Bは、インターフェースバッファでの処理を、符号IND(UL)はインデクサーへの搬入をそれぞれ意味する。なお、括弧内は、各処理に要する正味の時間を示す。

【 0 0 3 5 】 両ロット A、B は、共に処理律速部分を有しており、各サイクルタイム T_A、T_B の具体的値は、

$$T_A = (120 + 6 + 2.5) / 2 = 64.24 \text{ sec}$$

$$T_B = (300 + 6 + 2.5) = 308.5 \text{ sec}$$
 40
 となる。なお、T_A の算出で 2 で割っているのは、律速部分となっている処理 H_P 4、H_P 5 が並行処理であることを考慮したものである。また、6 秒はプロセス準備時間であり、2.5 秒は受渡時間である。なお、並行処理とは、ウエハフロー中の加熱処理等において長時間を要するため、これが律速部分となってスループットが低下するといった事態を防止するため、複数の同一の基板処理部（ユニット）で複数の基板 30 をタイミングをずらしながら並列に処理することにより、他の処理部での待機による時間ロスを防止して、全体としてのスループ 50

ットを高めようとするものである。

【0036】次に、先投入ロットAの搬送所用時間 T_{RA} と後投入ロットBの搬送所用時間 T_{RB} とを求める。ここで、各搬送所用時間 T_{RA} 、 T_{RB} は、以下の $T_{RA} = (A \text{ フローステップ数}) \times (1 \text{ ステップ搬送時間})$ 、

$$T_{RB} = (B \text{ フローステップ数}) \times (1 \text{ ステップ搬送時間}),$$

となっている。なお、Aフローステップ数とは、先投入ロットAのウエハフローが占有する基板処理部（ユニット）の数にインデクサーIND分の1を加算したものとなっている。また、Bフローステップ数とは、後投入ロットBのウエハフローが占有する基板処理部（ユニット）の数にインデクサーIND分の1を加算したものとなっている。さらに、1ステップ搬送時間とは、搬送ロボットが10が基板処理部（ユニット）間を移動する時間で、各基板処理部（ユニット）での基板30の入れ替えに要する時間を含む。

【0037】参考のため、表1のウエハフローに関して、搬送所用時間TRA、TRBを具体的に計算すると、

$$TRA = 12 \times (2.5 + 2.5) = 60 \text{ sec}$$

$$TRB = 3 \times (2.5 + 2.5) = 15 \text{ sec}$$
となる。なお、搬送ロボット10の移動時間と基板30の入れ替え時間は、それぞれ2.5秒で等しいものとし

である。

【0038】次に、先投入ロットAの搬送待ち時間WAと後投入ロットBの搬送待ち時間WBとを求める。ここで、各搬送待ち時間WA、WBは、以下の

$$WA = TA - TRA,$$

$$WB = TB - TRB,$$

となっている。なお、上記の計算でいずれかの搬送待ち時間WA、WBが負となる場合には、その搬送待ち時間WA、WBを0とする。すなわち、搬送時間によって律速される搬送律速の場合には搬送待ち時間WA、WBが0となり、そのロットに関しては搬送ロボット10が休み無く循環搬送を続ける状態となる。

【0039】参考のため、表1のウエハフローに関して、搬送待ち時間WA、WBを具体的に計算すると、

$$WA = 64.25 - 60 = 4.25 \text{ sec},$$

$$WB = 308.5 - 15 = 293.5 \text{ sec},$$

となって、搬送律速ではなく、処理時間によって律速される処理律速となっている。

【0040】次に、先投入ロットAの連続処理可能サイクル数TCAと後投入ロットBの連続処理可能サイクル数TCBとを求める。ここで、各連続処理可能サイクル数TCA、TCBは、以下の

$$TCA = \text{INT}(WB \div TA) + 1,$$

$$TCB = \text{INT}(WA \div TB) + 1,$$

となっている。なお、連続処理可能サイクル数TCAとは、後投入ロットBの一回の循環搬送の終了直後から次の循環搬送が可能になる直前までの時間のあいだに、先投入ロットAの処理サイクルを何回繰り返して行なうことができるかを示す回数値に相当する。また、連続処理可能サイクル数TCBとは、先投入ロットAの一回の循環搬送の終了直後から次の循環搬送が可能になる直前までの時間のあいだに、後投入ロットBの処理サイクルを何回繰り返して行なうことができるかを示す回数値に相当する。さらに、各連続処理可能サイクル数TCA、TCBを求める段階で1を加算しているのは、搬送律速の場合、或いは処理律速の場合であって前後一方の循環搬送後の待機中に他方のロットの処理が終了してしまう場合にあって、少なくとも一回他方のロットを循環搬送させるための操作である。これにより、最悪の場合であっても、前後のロットA、Bを交互に循環搬送させることができる。

【0041】参考のため、表1のウエハフローに関して、連続処理可能サイクル数TCA、TCBを具体的に計算すると、

$$TCA = 4 + 1 = 5,$$

$$TCB = 0 + 1 = 1,$$

となっている。

【0042】以上のような、ステップS5における演算処理後、後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判定する(ステップS6)。後投入ロット

Bの最後の基板30の最後の循環搬送であれば、後投入ロットBの処理は完了したものとして、ステップS2に戻って、先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送と判別されるまで、先投入ロットAの残りの基板30の処理を順次進行させる(ステップS2~S4)。

【0043】ステップS6で後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送でないと判別された場合、ロットBの基板30を連続処理可能サイクル数TCB分循環搬送したか否かを判定する(ステップS7)。サイクル数TCBに満たないと判別された場合、ステップS5で入力、決定された処理条件等に基づいて、インデクサーINDの前で待機する搬送ロボット10に基板処理部間で1サイクルの循環搬送を行なわせ、後投入ロットBの基板30を1フローステップ分進める(ステップS8)。ステップS8における循環搬送後、ステップS6に戻って後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判定し、後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送でなければ、後投入ロットBの基板30の処理を順次進行させる(ステップS6~S8)。

【0044】ステップS7で連続処理可能サイクル数TCBに達したと判別された場合、後投入ロットBの割込みが終了したものとして先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判定する(ステップS10)。先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でないと判別された場合、先投入ロットAの基板30を連続処理可能サイクル数TCA分循環搬送したか否かを判定する(ステップS11)。サイクル数TCAに満たないと判別された場合、ステップS1で入力、決定された処理条件等に基づいて、搬送ロボット10に基板処理部間で1サイクルの循環搬送を行なわせ、先投入ロットAの基板30を1フローステップ分進める(ステップS12)。ステップS12における循環搬送後、ステップS10に戻って先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判定し、先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でなければ、先投入ロットAの基板30の処理を順次進行させる(ステップS10~S12)。

【0045】ステップS11で連続処理可能サイクル数TCAに達したと判別された場合、先投入ロットAの割込みが終了したものとしてステップS6に戻って後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判別し、後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送でない場合、ステップS7でロットBの基板30を連続処理可能サイクル数TCB分循環搬送したと判定するまで、後投入ロットBの基板30の処理を順次進行させる(ステップS6~S8)。

【0046】ステップS7で連続処理可能サイクル数TCBに達したと判別された場合、ステップS10に戻って先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判別し、先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でない場合、ステップS11でロットAの基板3

0を連続処理可能サイクル数TCA分循環搬送したと判定するまで、後投入ロットAの基板30の処理を順次進行させる（ステップS10～S12）。

【0047】以上のように、後投入ロットBの基板30の循環搬送をTCB回進行させるループ（ステップS6～S8）と、先投入ロットAの基板30の循環搬送をTCA回進行させるループ（ステップS10～S12）とを交互に繰返すことにより、先後のロットA、Bの処理を並列的に進めることができる。

【0048】なお、ステップS10で先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送と判定された場合には、先投入ロットAの処理は完了したものと、ステップS15に進んで、後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送と判別されるまで、後投入ロットBの残りの*

基板30の処理を順次進行させる（ステップS15～S16）。

【0049】以下、第1実施例の基板処理装置の具体的な動作例について説明する。

【0050】表2は、表1に示す異種フローの先後投入ロットA、Bを第1実施例の装置によって連続処理した場合におけるウエハ処理サイクルを示す。この表では、インデクサーINDのウエハ受渡しポジションから未処理の基板30を取り出し、搬送ロボット10が基板処理部（ユニット）を一巡して、再び処理済基板30がインデクサーINDに戻って来た状態での基板処理部（ユニット）における基板30の有無が示される。

【0051】

【表2】

ロットA	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰			
ロットB	ID ①	AH	C1	SC	H1	H2	C2	C3	IF	H3	C4	D1	D2	H4	H5	C5	H6 ②	C6 ③	ID ④	
処理サイクル																				
1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	X	X	A	サイクルタイム
2	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	X	X	A	64. 25
3	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	X	X	搬送所要時間
4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	10 SEC
5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	64. 25×5 =321. 25
6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	
7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	
8	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	搬送所要時間
9	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	B	X	
10	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	
11	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	64. 25×5 =321. 25
12	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	
13	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	
14	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-	X	A	搬送所要時間
15	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	B	B	

【0052】ここで、Aは先に投入されるロットAの基板30が存在することを、Bは後に投入されるロットBの基板30が存在することを、Xは基板30が存在しないことを、-は変化が無いことをそれぞれ示す。

【0053】表からも明らかなように、一対の異種フローのロットA、Bの処理がそれぞれ5及び1サイクル単位で交互に繰返される。なお、この場合、サイクルタイムが一定になるように動作させていないので、ロットBの最初の処理サイクル3のみは、2回の搬送ロボットの移動・交換動作に対応して搬送所用時間が10秒となっており、その後の処理サイクル9、15は、3回の搬送ロボットの移動・交換動作に対応して搬送所用時間が1

5秒となっている。このように、後投入ロットBの基板30の循環搬送に要するサイクルタイム中に先投入ロットAの処理を5回実行できるので、後投入ロットBの投入を待機させることによって生じていた従来の時間ロスがなくすることができる。

【0054】表3は、表1に示す一対の異種フローのロットA、Bを従来例の装置によって連続処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。なお〔A〕はロットAの最後の基板30を表わす。

【0055】

【表3】

ロットA	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰		
ロットB	10	AH	C1	SC	H1	H2	C2	C3	IF	H3	C4	D1	D2	H4	H5	C5	H6	C6	10
	①																②	③	④
処理サイクル 1	X	X	[A]	A	A	-	A	-	A	A	A	-	A	-	A	A	X	X	A
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(A)	-	A	-	A	A	X	X	A
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(A)	-	A	-	A	X	X	A
11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	A	A	X	X	A
12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(A)	-	A	X	X	A	
13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	A	X	X	A	
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(A)	X	X	A	
15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(A)	
16	B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
17	B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	B	X	X	
18	B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	B	B	X	
19	B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	B	B	B	

サイクルタイム
64.25sec

サイクルタイム
308.5sec

サイクルタイム
64.25secサイクルタイム
308.5sec

【0056】表からも明らかなように、先投入ロットAの最後の基板投入後、後投入ロットBの投入を16サイクル分待機させることとなる。

【0057】表1及び表2の場合で、各処理サイクルのスループットについて試算する。ロットAを10カセット、ロットBを1カセットのパターンで永久連続処理する場合に付いて考える。この場合、各カセット20に25枚の基板30が含まれるので、第1実施例の処理のスループットタイムは、 $(15 + 321.25) \times 25 + 64.25 \times 25 \times 5 = 16437.5 \text{ sec} = 274.0 \text{ 分}$ となり、従来例の処理のスループットタイムは、 $64.25 \times 25 \times 10 + 308.5 \times 25 = 23775 \text{ sec} = 396.25 \text{ 分}$ であるため、従来例の1/3近い時間を短縮できることがわかる。なお、第1実施例の試算で64.25×25×5の項は、後投入ロットBの1カセットの終了後に先投入ロットAの残りを5カセットを連続処理することを意味している。

【0058】

【C. 第2実施例の基板処理装置の構成】第2実施例の基板処理装置は、上記の第1実施例の場合と異なり予め各ロットA、Bの連続処理可能なサイクル数TCA、TCBをせず、両ロットA、Bの一方の循環搬送中に他方のロットの循環搬送が可能かどうかを判断する点が変わるだけで、他の点は第1実施例の基板搬送装置とほとんど変わらない。したがって、その構成は図6～図8に示すものとはほぼ一致し、コントローラ50に関してのみ相違するので、詳細な説明は動作の説明の欄にゆずる。

【0059】

【D. 第2実施例の基板処理装置の動作】図10は、第2実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。以下、図示のフローチャートを参照しつつ、基板30の搬送手順を中心に装置の動作について説明する。

【0060】予め、先に投入すべきロットAのパターンを決定する(ステップS51)。具体的には、オペレータが、先投入ロットAのカセット20の数、カセット20中の基板30の数、先投入ロットAのウエハフロー、処理条件等を入力する。また、必要な場合は、装置を構成する各基板処理部の配置に関する情報や搬送ロボット10に関する情報をキーボード52を介して入力する。

【0061】さらに、先投入ロットAのウエハフロー、処理条件等の入力に基づいて、先投入ロットAのカセット20内の基板30を連続的に処理するために必要なパラメータを決定する。例えば、基板30の搬送順序、処理時間等に基づいて、搬送ロボット10の動作ルーチンの詳細、各基板処理部(ユニット)での処理パターンの詳細、基板30の循環搬送における搬送周期(サイクルタイム)等を決定する。

【0062】次に、先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送が否かを判定する(ステップS52)。先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送であれば、基板30の処理は終了する。

【0063】先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でないと判定された場合、ステップS51で入力、決定された処理条件等に基づいて、インデクサーINDの前で待機する搬送ロボット10に基板処理部間で1サイクルの循環搬送を行なわせ、先投入ロットAの基板30に1フローステップ分の処理を施す。この場合、先投入ロットAのカセット20から最初の基板30が取り出されインデクサーIND内で搬出可能状態となる。次に、オペレータから次に投入すべきロットBの処理命令が出されているか否かを判別する(ステップS54)。ロットBの処理命令が出されていないければ、再びステップS52に戻る。先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でなければ、同様の動作を繰返し、先投入ロ

ットAの基板30の処理を順次進行させる（ステップS52～S54）。これにより、ロットAの各基板30に、予め定められたウエハフローに従って順次諸処理を施すことができる。

【0064】ステップS54で後投入ロットBの処理命令が出されている場合、後に投入すべきロットBのパターン等を決定する（ステップS55）。すなわち、後投入ロットBのウエハフロー、処理条件等の入力に基づいて、後投入ロットBのカセット20内の基板30を連続的に処理するために必要なパラメータを決定する。例えば、

基板30の搬送順序、処理時間等に基づいて、搬送ロボット10の動作ルーチンの詳細、各基板処理部（ユニット）での処理パターンの詳細等を決定する。さらにこの場合、後投入ロットBの処理を先投入ロットAの処理中に割込ませ、先投入ロットAと後投入ロットBの処理を同時並列的に進行させるために必要なパラメータを決定する。

【0065】ステップS55における演算処理後、後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判定する（ステップS56）。後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送であれば、後投入ロットBの処理は完了したものと

して、ステップS52に戻って、先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送と判別されるまで、先投入ロットAの残りの基板30の処理を順次進行させる（ステップS52～S54）。
【0066】ステップS56で後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送でないと判別された場合、後投入ロットBの予測処理残時間TPBが0以下であるか否かを判定する（ステップS57）。予測処理残時間TPBが0より大きいと判定された場合、予測処理残時間TPAが0以下であるか否かを判定する（ステップS59）。ステップS57で予測処理残時間TPBが0以下であると判別された場合と、ステップS59で予測処理残時間TPAが0より大であると判定された場合は、次に先投入ロットAの基板30の循環搬送を行わないものと判断して、ステップS55で入力、決定された処理条件等に基づいて、搬送ロボット10に基板処理部間で1サイクルの循環搬送を行なわせ、ロットBの基板30を1フローステップ分だけ進める（ステップS58）。

【0067】ステップS57、S59で判断される予測処理残時間TPB、TPAは、このような値の算出段階で、今回の循環搬送を終了した後のロットBまたはロットAの循環搬送を割込ませる時間があるか否かを判定するためのものであり、現在処理中のロットの搬送開始指令の直後（搬送ロボット10がインデクサーにアクセスした直後）に決定される。この予測処理残時間TPA、TPBは、それぞれ以下の

$$TPAn = (\text{残り処理時間}) An - (\text{今回回帰時間}) - (n - 1) \times (1 \text{ ステップ搬送時間}),$$

$$TPBn = (\text{残り処理時間}) Bn - (\text{今回回帰時間}) - (n$$

$- 1) \times (1 \text{ ステップ搬送時間})$ 、の最大値となっている。ここで、（残り処理時間）Anは、計算の段階で次回循環搬送するかもしれないロットAのウエハフロー（インデクサーを含む）のn番目のフローステップに対応する基板処理部で処理を完了するのに必要な残り時間を示し、（残り処理時間）Bnは、計算の段階で次回循環搬送するかもしれないロットBのウエハフロー（インデクサーを含む）のn番目のフローステップに対応する基板処理部で処理を完了するのに必要な残り時間を示す。また、（今回回帰時間）は、計算の段階で今回循環搬送のためインデクサーから取り出したいずれかの基板30の循環搬送を終了して再度インデクサーに戻ってくるまでの時間を示す。したがって、これらの項を引き算することにより、次回循環搬送するかもしれないロットAまたはロットBのウエハフローに対応する各基板処理部に搬送ロボット10を移動させたときの実質的な残り時間が分かる。この時間TPAnがすべて0以下（ $TPA \leq 0$ ）であれば、ロットAの基板30を次回循環搬送する時間的な余裕がある。したがって、原則としてロットAの基板30を次回循環搬送する。また、この時間TPAnのいずれかが正（ $TPA > 0$ ）であれば、ロットAの基板30を次回循環搬送する割込みの時間的な余裕がない。したがって、原則としてロットAの基板30を次回循環搬送しない。一方、時間TPBnがすべて0以下（ $TPB \leq 0$ ）であれば、ロットBの基板30を次回循環搬送する割込みの時間的な余裕がある。したがって、原則としてロットBの基板30を次回循環搬送する。また、この時間TPBnのいずれかが正（ $TPB > 0$ ）であれば、ロットBの基板30を次回循環搬送する割込みの時間的な余裕がない。したがって、原則としてロットBの基板30を次回循環搬送しない。

【0068】ただし、予測処理残時間TPA、TPBが共に0以下、または予測処理残時間TPA、TPBが共に正の場合、どちらの判断を優先すべきか問題となる。この場合、今回循環搬送するロットと異なるロットを循環搬送する。処理時間の長い側のロットを少なくとも一回は循環搬送させるための操作である。

【0069】ステップS58で後投入ロットBの基板30を1フローステップ分だけ進めた後、先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送であるか否かを判別する（ステップS60）。ステップS60で先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でないと判別された場合、先投入ロットAの予測処理残時間TPAが0以下であるか否かを判定する（ステップS61）。予測処理残時間TPAが0より大きいと判定された場合、予測処理残時間TPBが0以下であるか否かを判定する（ステップS63）。ステップS61で予測処理残時間TPAが0以下であると判別された場合と、ステップS63で予測処理残時間TPBが0より大であると判定された場合は、次に後投入ロットBの基板30の循環搬送を行わないものと

判断して、ステップS51で入力、決定された処理条件等に基づいて、搬送ロボット10に基板処理部間で1サイクルの循環搬送を行なわせ、先投入ロットAの基板30を1フローステップ分だけ進める(ステップS62)。

【0070】ステップS62で先投入ロットAの基板30を1フローステップ分だけ進めた後、或いはステップS63で予測処理残時間TPBが0以下であると判定された後、再び後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判定する(ステップS56)。後投入ロットBの最後の基板30の最後の循環搬送でなければ、後投入ロットBの予測処理残時間TPBが0以下であるか否かと、予測処理残時間TPAが0以下であるか否かを判定する(ステップS57、S59)。ステップS57で予測処理残時間TPBが0以下であると判断された場合と、ステップS59で予測処理残時間TPAが0より大であると判定された場合は、次に先投入ロットAの基板30の循環搬送を行わないものと判断して、ステップS55で入力、決定された処理条件等に基づいて、搬送ロボット10に基板処理部間で1サイクルの循環搬送を行なわせ、ロットBの基板30を1フローステップ分だけ進める(ステップS58)。

【0071】ステップS58で先投入ロットBの基板30を1フローステップ分だけ進めた後、或いはステップS59で予測処理残時間TPAが0以下であると判定された後、再び先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判定する(ステップS60)。先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でなければ、上記したステップS61、S62、S63の処理を繰り返し、先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送と判定した場合には、先投入ロットAの処理は完了したものと

【0072】

【E. 第3実施例の基板処理装置の構成】第3実施例の基板処理装置は、上記の第1及び第2実施例のダブルフローの処理を必ずしも行わず、必要に応じて後投入ロットの投入タイミングを早めるフレックスフローの処理も選択可能な点で異なるが、その他の点で第1及び第2実施例の基板搬送装置とほとんど変わらない。したがって、その構成は図6～図8に示すものとほぼ一致し、コントローラ50に関してのみ相違するので、詳細な説明は動作の説明の欄にゆずる。

【0073】

【F. 第3実施例の基板処理装置の動作】図11及び図12は、第3実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。以下、図示のフローチャートを参照しつつ、基板30の搬送手順を中心に装置の動作について説明する。

【0074】予め、先に投入すべきロットAのパターンを決定する(ステップS151)。具体的には、オペレータが、先投入ロットAのカセット20の数、カセット20中の基板30の数、先投入ロットAのウエハフロー、処理条件等を入力する。また、必要の場合は、装置を構成する各基板処理部の配置に関する情報や搬送ロボット10に関する情報をキーボード52を介して入力する。さらに、先投入ロットAのウエハフロー、処理条件等の入力に基づいて、先投入ロットAのカセット20内の基板30を連続的に処理するために必要なパラメータを決定する。

【0075】次に、先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送か否かを判定する(ステップS152)。先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送であれば、基板30の処理は終了する。

【0076】先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でないと判定された場合、ステップS151で入力、決定された処理条件等に基づいて、インデクサーINDの前で待機する搬送ロボット10に基板処理部間で1サイクルの循環搬送を行なわせ、先投入ロットAの基板30を1フローステップ分だけ進める。この場合、先投入ロットAのカセット20から最初の基板30が取り出されインデクサーIND内で搬出可能状態となる。次に、オペレータから次に投入すべきロットBの処理命令が出されているか否かを判断する(ステップS154)。ロットBの処理命令が出されていない場合は、再びステップS152に戻る。先投入ロットAの最後の基板30の最後の循環搬送でなければ、同様の動作を繰り返し、先投入ロットAの基板30の処理を順次進行させる(ステップS152～S154)。これにより、ロットAの各基板30に、予め定められたウエハフローに従って順次諸処理を施すことができる。

【0077】ステップS154でロットBの処理命令が出されている場合、後投入ロットBのウエハフロー、処理条件等の入力に基づいて、後投入ロットBのカセット20内の基板30を連続的に処理するために必要なパラメータを決定し、後投入ロットBの投入に障害があるか否かを判断し、予めのモード設定に従って「中止」、「待ち」、「問い合わせ」、「続行」のいずれか1つの動作を選択する(ステップS130)。なお、後投入ロットBの投入に障害があるか否かの具体的な判断要素は、両ロットA、Bのウエハフロー自体の相違、熱処理時間の相違等である。

【0078】「中止」の場合、後投入ロットBのウエハの投入指令をキャンセルして(ステップS131)、先投入ロットAの処理を続行し、先投入ロットAの基板30の循環搬送をカセットエンドまで進め、処理を完了する(ステップS132)。

【0079】「待ち」の場合、先投入ロットAの処理を続行し、先投入ロットAの基板30の循環搬送をカセッ

トエンドまで進めてその処理を完了する（ステップS133）。次に、後投入ロットBの処理を接続し、後投入ロットBの基板30の循環搬送をカセットエンドまで進めてその処理を完了する（ステップS134）。

【0080】「問い合わせ」の場合、両ロットA、Bのフローの違いと、後投入ロットBの基板30を投入する上で障害となる事項を表示する（ステップS135）。例えば、ダブルフローの処理やフレックスフローの処理を実行する上での問題点、例えば、ウエハフロー処理時間が短縮できない、タクト管理が出来ない等の情報が提示される。さらに、オペレータに「中止」、「待ち」、「続行」の別を選択させる（ステップS135）。

【0081】「中止」または「待ち」が選択された場合、上記したステップS131、S133にそれぞれ進む。

【0082】「続行」が選択された場合、ダブルフローによる連続処理とフレックスフローによる連続処理とのいずれかを選択すべく、以下の判断を行う（ステップS138～S141）。

【0083】まず、前後のロットA、BのウエハフローでインデクサーIND以外に共通ポジションがないかどうかを判断する（ステップS138）。インデクサーIND以外に共通ポジションがある場合、次のステップS141に進み、インデクサーIND以外に共通ポジションがない場合、次のステップS139に進む。インデクサーIND以外に共通ポジションがある場合、その基板処理部での衝突を回避する観点から既に述べたようにダブルフローの処理を実行しないが、フレックスフローの処理は実行できる。一方、インデクサーIND以外に共通ポジションがない場合、ダブルフローの処理は実行できる一方、前後のロットA、Bのウエハフローの内容によって、フレックスフローの処理でスループットを十分大きくできない場合も生じる。なお、基板処理装置中にインタフェース装置（IFA）が含まれているような場合、これも機能的にインデクサーINDと同じであるので、インデクサーINDと同様に扱う。

【0084】ステップS139では、前後のロットA、Bのウエハフローでインターフェースバッファ（IF-B）がともに含まれているか否かを判断する（ステップS139）。インターフェースバッファ（IF-B）がいずれか一方に含まれていない場合、次のステップS140に進み、インターフェースバッファ（IF-B）が双方のウエハフローに含まれる場合、ステップS141に進む。インターフェースバッファ（IF-B）が双方のウエハフローに含まれる場合、このインターフェースバッファ（IF-B）での衝突を回避すべく、ダブルフローの処理を実行しない。

【0085】ステップS140では、再度オペレータにダブルフローを行うかどうかを問い合わせる。インデクサーIND以外に共通ポジションがなければ、フレックスフローの処理よりもダブルフローの処理の方が原則とし

てスループットを上げる。ただし、ダブルフローでは完全なタクト管理ができない。なお、タクト管理とは、基板30のウエハフローに沿って搬送ロボット10を循環させるにあたって、搬送ロボット10が、ある処理部におけるある搬送動作の開始から順次動作を行って各処理部を巡回し、一巡して次に同一処理部において同一動作の開始を行うまでの時間が一定に保たれるように制御することをいい、これによって処理される基板の熱履歴を一定に保つことができる利点を有するものである。

【0086】ステップS140で、ダブルフローが選択された場合、ダブルフローの処理を行う（ステップS145）。ダブルフローの処理の内容自体は、第1実施例または第2実施例のいずれか一方のフローチャート（図9または図10に示したものと変わらないので、詳細な説明は省略する。ただし、この場合のダブルフローの処理は、図9の例ではステップS5からスタートし、図10の例ではステップS55からスタートする。

【0087】ステップS140等でフレックスフローが選択された場合、ステップS141で、再度オペレータにタクト管理を優先するかどうかを問い合わせる。タクト管理を優先する場合、以下に詳細に説明するタクト優先フレックスフローを実行する（ステップS146）。タクト管理を優先しない場合、以下に詳細に説明するスループット優先フレックスフローを実行する（ステップS147）。

【0088】図13は、タクト優先フレックスフローの場合の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。この場合、基板処理装置は、タクト管理を行いつつ異種フローのロットを連続的に処理する。以下、図示のフローチャートを参照しつつ、基板30の搬送手順を中心に装置の動作について説明する。

【0089】まず、予め与えられている前後投入ロットA、Bに関する情報に基づいて、一対のロットA、Bの基板30を連続的に処理するために必要な値を決定する（ステップS202）。この値には、ロットBのウエハフローのタクトタイムT2と、両ロットA、Bのフローの処理ポジション差Pdと、両ロットA、Bの最大フローステップ差Fsと、処理ポジション差Pd及び最大フローステップ差Fsのうち大きい値として与えられる投入待機サイクルWとが含まれる。また、必要な場合、基板30の搬送順序、処理時間等に基づいて、搬送ロボット10の動作ルーチンの詳細や、各基板処理部（ユニット）での処理パターンの詳細を決定する。次に、ステップS202で決定された値に基づいて、各カセット20内の各基板30を所定の順序で搬送しつつ、これらの基板30に予め定められた諸処理を順次施す（ステップS203）。この際、必要ならば、先に投入すべきロットAと後の投入すべきロットBの接続において後のロットBの投入を適当に待機させて両ロットA、Bの基板30の処理の干渉を防止する。

【0090】図14及び図15は、ステップS202での処理の詳細を示したフローチャートである。まず、既に与えられているロットBの基板30の搬送順序、処理時間等諸量に基づいて、各ロットBのタクトタイムT2等を決定する(ステップS221)。なお、この場合、ロットAのタクトタイムT1自体は、先のロットAの処理の時点で定められているので新たに決定は行わない。ここで、タクトタイムとは、ウエハフローに従ってインデクサーINDから所定の基板処理部をへて再びインデクサーINDに戻るまでの各工程にある基板30を搬送ロボット10によって次の工程に移す一連の繰り返し作業(循環搬送)の周期をいう。すなわち、タクトタイムとは、搬送ロボット30がある基板処理部における動作開始後、順次動作を行って再度同一の基板処理部で同一の動作を開始するまでの時間をいう。このタクトタイムは、同一のウエハフローで処理すべき基板30を連続投入して基板処理装置を無限に連続動作させた場合のスループットタイムと一致する。タクトタイムT2の決定は、搬送順序、処理時間等に基づいて搬送律速であるか処理律速であるかを判定し、その結果に基づいてウエハフローに要する全処理時間(このフレックスフローのようなタクト管理のもとでは、スループットタイムに一致する)を最小とすることによって行う。タクトタイムT2の決定自体は従来と同じなので、詳細な説明は省略する。

【0091】次に、連続する一対のロットA、Bのウエ*

*ハフローの処理ポジション差Anを求める(ステップS222)。この処理ポジション差Pdは、一対のロットA、Bのウエハフローがそれぞれ占有する基板処理部(ユニット)の数(ポジション数)の差で与えられる。この差が負の場合、処理ポジション差Pdは0とする。なお、ここではインデクサーINDでの処理をポジション数に含めて計算しているが、インデクサーINDでの処理をポジション数に含めないで計算してもよい。このような処理ポジション差Pdを求めるのは、後のロットBが先のロットAを追い越すことを防止したものである。すなわち、先のロットAよりも後のロットBのポジション数が小さい場合、この差分のサイクルだけ後のロットBの処理開始を待機させなければ、後のロットBが先のロットAを追い越すという干渉が生じて、タクト管理が不可能となるといった問題や両ロットA、Bのウエハフローが混乱するといった問題が発生するので、このような問題を未然に防止したものである。

【0092】以下の表4及び表5は、処理ポジション差Pdの具体的計算方法を例示したものである。表4のウエハフローは、ホットプレート等に余裕がある場合に、前後のロットすなわち前後のロットA、Bにより温度条件を変更するため、プレートを使い分けるような場合である。表5のウエハフローは、後のロットBで特定の工程が不要となる場合である。

【0093】

【表4】

	①	②	③	④	⑤	(ii)
ロットAのフロー	IND	HP1	CP	SC	HP2	IND (UL)
ロットBのフロー	IND	HP1	CP	SC	HP3	IND (UL)

【0094】

※ ※【表5】

	①	②	③	④	⑤	⑥
ロットAのフロー	IND	HP1	CP	SC	HP2	IND
ロットBのフロー	IND	-----	SC	HP2	IND	

【0095】なお、一対のロットA、B間で処理が異なる部分にはアンダーラインが付してある。

【0096】表4に示す一対のロットA、Bの場合、ウエハフローの総ポジション数はともに6で、処理ポジション差Pd=0となる。また、表5に示す一対のロットA、Bの場合、ウエハフローの総ポジション数はそれぞれ6、4で、処理ポジション差Pd=2となる。

【0097】次に、図14に示すように、ロットA、Bのウエハフローにおいて共通して使用されている基板処

理部(ユニット)で先のロットA側が並行処理されるか否かを判別する(ステップS223)。このような判別を行うのは、以下に詳細に説明するが、並行処理を行う基板処理部(ユニット)で後のロットAと先のロットBとが衝突することを防止したものである。

【0098】並行処理がない場合は、図15に示すように、ロットA、Bのウエハフローの最大フローステップ差Fsを求める(ステップS224)。この最大フローステップ差Fsは、一対のロットA、Bのウエハフローがそ

それぞれ占有する基板処理部(ユニット)に処理順に順位(フローステップ)をつけた場合に、共通して使用されている基板処理部(ユニット)間における順位(フローステップ)の差(フローステップ差 F_{sm})の最大値と与えられる。この場合、フローステップ差 F_{sm} が負の場合、 $F_{sm}=0$ とする。なお、ここでは、インデクサーINDからの搬出処理をフローステップに含めて計算しているが、インデクサーINDからの搬出処理をフローステップに含めないで計算してもよい。このような最大フローステップ差 F_s を求めるのは、後のロットBの処理と先のロットAの処理とが衝突することを主に防止したもので、後のロットBの処理が先のロットAの処理を追*

*い越すことを防止することにもなる。すなわち、後のロットBよりも先のロットAのフローステップが大きくなる基板処理部がある場合、この差分の最大値以上後のロットBの処理を待機させなければ、後のロットBが先のロットAと衝突するという干渉が生じて、タクト管理が不可能となるといった問題等を防止したものである。

【0099】以下の表6及び表7は、フローステップ差 F_{sm} 及び最大フローステップ差 F_s の計算方法を示したものである。

【0100】

【表6】

ロットAのフロー	IND-a-b-c-d-e-f-IND (L) (UL)
ロットBのフロー	IND-a-b-c-d-e-g-IND (L) (UL)

【0101】表6は一对のロットA、Bのウエハフローを示す。ここで、符号a~gは各基板処理部(ユニット)での処理をそれぞれ示している。

※20

※【0102】

【表7】

	処理ユニット							
	IND (L)	a	b	c	d	e	f	g IND (UL)
ロットAのフローステップ	1	a1	b1	c1	d1	e1	f1	— (x)
ロットBのフローステップ	1	a2	a2	c2	d2	e2	—	g2 (y)
フローステップ差 F_{sm}	0	a1-a2	b1-b2	c1-c2	d1-d2	e1-e2	0	0 (x-y)

【0103】表7は一对のロットA、Bのフローステップ等を示す。、a1~f1は、先のロットAのフローステップを、a2~g2は後のロットBのフローステップを、符号x、yは、ポジション数を示す。

【0104】表6及び表7に示す一对のロットA、Bの場合、フローステップ差 F_{sm} は、0、(a1-a2)、(b1-b2)、…として与えられる。したがって、0、(a1-a2)、(b1-b2)、…の最大値が最大フローステップ差 F_s となる。なお、処理のない場合、便宜上フローステップ差 F_{sm} を0とする。

【0105】なお、符号—はこの基板処理部(ユニット)で処理のないことを意味する。

40

★

★【0106】表6に示す一对のロットA、Bの場合、フローステップ差 F_{sm} は、0、(a1-a2)、(b1-b2)、…として与えられる。したがって、0、(a1-a2)、(b1-b2)、…の最大値が最大フローステップ差 F_s となる。なお、共通する処理でない場合、便宜上フローステップ差 F_{sm} を0とする。また、(x-y)は、処理ポジション差 P_d を与える。

【0107】以下の表8及び表9は、フローステップ差 F_{sm} 及び最大フローステップ差 F_s の具体的計算例を示したものである。

【0108】

【表8】

ロットAのフロー	IND-a-b-c-d-IND (L) (UL)
ロットBのフロー	IND-c-d-IND (L) (UL)

【0109】表8は一对のロットA、Bのウエハフローの一例を示す。

【0110】

【表9】

	処 理 ユ ニ ッ ト								
	IND (L)	a	b	c	d	e	f	g	IND (UL)
ロットAのフロー ステップ	1	2	3	4	5	-	-	-	(6)
ロットBのフロー ステップ	1	-	-	2	3	-	-	-	(4)
フローステップ差 F s m	0	0	0	2	2	-	-	-	(2)

【0111】表9は一对のロットA、Bのフローステップ等の計算例を示す。表からも明かなように、フローステップ差Fsmは、0または2となっており、最大フローステップ差Fsは2となる。

【0112】並行処理がある場合は、図15に示すように、並行処理がない場合と同様にして求めたフローステップのうち、並行処理のある基板処理部（ユニット）に関するものにつき、（並行処理数-1）を加算して新たにフローステップとする（ステップS225）。その後、得られたフローステップの差としてフローステップ差Fsmを求め、これらの最大値として最大フローステップ差Fsを得る（ステップS224）。最大フローステップ差Fsを求める過程で、並行処理のある基板処理部（ユニッ

10*ト）につき（並行処理数-1）を加算したフローステップを用いるのは、並行処理のある基板処理部（ユニット）で後のロットBの処理と先のロットAの処理とが衝突することを防止したものである。ここで-1の項は、並行処理のある基板処理部（ユニット）のいずれにロットAの最後の基板が残っているかわからない場合にも、両ロットA、B間で干渉の問題が生じないように安全をとったものである。

【0113】以下の表10～12は、フローステップ差Fsm及び最大フローステップ差Fsの具体的計算例を示したものである。

【0114】

【表10】

ロットAのフロー	IND $\begin{bmatrix} a \\ b-d-e-f-g \\ c \end{bmatrix}$ IND	(L)	(UL)
ロットBのフロー	IND-f-g-e-a-IND	(L)	(UL)

【0115】表10は一对のロットA、Bのウエハフローの一例を示す。ロットAでは、最初に並行処理a、b、cが行われ、ロットBの最後の処理aと共通する。 ※

※【0116】

【表11】

	処 理 ユ ニ ッ ト								
	IND (L)	a	b	c	d	e	f	g	IND (UL)
ロットAのフロー ステップ ((並行処理数-1) の加算後)	1	2	2	2	5	6	7	8	
		(4)	(4)	(4)					
ロットBのフロー ステップ	1	5	-	-	-	4	2	3	
フローステップ差 F s m	0	0	0	0	-	2	5	5	

【0117】表11は一对のロットA、Bのフローステップ等の計算例を示す。表からも明かなように、フローステップ差Fsmは、0、2または5となっており、最大フローステップ差Fsは5となる。なお、ロットAのフローステップ中かっこ書きは、並行処理のある基板処理

部（ユニット）に関するものにつき、（並行処理数-1）を加算して新たにフローステップとしたものである。

【0118】

【表12】

	処 理 ユ ニ ッ ト								
	IND (L)	a	b	c	d	e	f	g	IND (UL)
ロットAのフロー ステップ	1	5	-	-	-	4	2	3	
ロットBのフロー ステップ	1	2	2	2	5	6	7	8	
フローステップ差 F s m	0	3	-	-	-	0	0	0	

【0119】表12は参考のためのもので、仮に表10の一对のロットA、Bのフローの内容が入れ替わっていた場合に行われるフローステップ等の計算例を示す。この場合、並行処理のある基板処理部（ユニット）に関するフローステップについて、（並行処理数-1）を加算することは行われぬ。表からも明かなように、フローステップ差F s mは、0または3となっており、最大フローステップ差F sは3となる。

【0120】最後に、図15に示すように、処理ポジション差P dと最大フローステップ差F sの中で最大値Wを求める（ステップS226）。この最大値Wは、両ロットA、Bの干渉を防止すべく後のロットBの投入を制限すべき循環搬送の回数、すなわち投入待機サイクルとな

っている。

【0121】図16及び図17は、図13のステップS203での処理の詳細を示したフローチャートである。ここでは、タクト管理の下、予め定められたウエハフローや各種処理条件に基づいて、各カセット内の基板30を所定の順序で搬送し諸処理を施す。

【0122】まず、投入待機サイクルWが1以上か否かを判別する（ステップS235）。ステップS235で投入待機サイクルWが1以上でロットBの投入が制限されると判定された場合、 $W \times T1$ の待機タイムをスタートさせる（ステップS237）。次に、T1のタクトタイムをスタートさせる（ステップS238）。次に、ロットAの基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる（ステップS239）。この場合、ロットBは、待機状態となる。次に、ロットAの最後の基板30についての（W+1）回目の循環搬送かどうかを判別する（ステップS240）。該当しない場合、タクトタイムT1の経過を待ってステップS238に戻り、同様の動作を繰返し、ロットAの最後の

基板30の処理を順次進行させる。

【0123】ステップS240でロットAの最後の基板30についての（W+1）回目の循環搬送と判別された場合、ロットBの基板30の待機状態を解除すべく、待機タイム $W \times T1$ の経過を待つ。次に、投入待機サイクルWが標準待機サイクル W_{max} 未満かどうかを判別する（S242）。標準待機サイクル W_{max} とは、ロットAの基板処理が全部終了するまでロットBの基板処理を待機させる場合の待機中のサイクル数を示し、この場合ロットAのウエハフローの総ポジション数（インデクサーIND

10 Dを含む）から1を引いた値となる。

【0124】投入待機サイクルWが標準待機サイクル W_{max} 未満と判別された場合、タクトタイムをスタートさせる（ステップS243）。この際、タクトタイムTは、T1及びT2のうち長い方とする。次に、ロットA、Bの基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる（ステップS244）。この場合、搬送ロボット10は、ロットA、Bの各基板30を循環搬送させ得るように動作する。すなわち、搬送ロボット10を両ロットA、Bのウエハフローに含まれる処理に対応する全ての基板処理部（ユニット）にアクセスするように巡回させる。次に、ロットAの最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する（ステップS245）。該当しない場合、タクトタイムT1の経過を待ってステップS243に戻り、同様の動作を繰返し、ロットA、Bの基板30の処理を順次並列的に進行させる。

【0125】ステップS245でロットAの最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、タクトタイムTの経過を待って、タクトタイムをスタートさせる（ステップS249）。次に、ロットBの残りの基板30の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる（ステップS250）。次に、ロットBの最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する（ステップS251）。この場合、該当しないのでタクトタイムT2の経過を待ってステップS249に戻り、同様の動作を繰返し、ロットBの残りの基板30の処理を順次進行させる。ステップS251で最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、タクトタイムT2の経過を待って処理を終了する。

【0126】なお、ステップS235で投入待機サイクルWが1未満（すなわち0）でロットBの投入が制限されないと判定された場合、ステップS243に進み、タクトタイムをスタートさせ、ステップS244でロットAの残りの基板30とロットBの最初の基板30とについて1サイクルの循環搬送を行わせる（ステップS244）。次に、ステップS245でロットAの最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別し、該当しない場合は、タクトタイムTの経過を待ってステップS243に戻る。このような動作を繰返して、ロットAの最後の基板30についての最後の循環搬送と判定した場合、タクトタイムTの経過を待ってステップS249に進む。以下の

ステップS249～S251での動作は、ロットBの投入が制限される場合と同様であるので説明を省略する。

【0127】また、ステップS242で投入待機サイクルWがW_{max}の場合、ロットAの基板処理が全部終了するまでロットBの投入が制限されるものとして、ステップS249に進み、ロットBの処理を進行させる。

【0128】以下、フレックスフローを実行する場合の基板処理装置の具体的な動作例について説明する。

【0129】表13は、表4に示す一对の異種フローの*

フレックスフローのウエハ処理サイクル

ロットA ロットB	① IND ①	② HP1 ②	③ CP ③	④ SC ④	⑤ HP2 ⑤	⑥ HP3 ⑥	⑦ IND ⑦	
処理サイクル 1	B	{A}	A	A	A	X	A	ロットAのカセットエンドウエハ {A} を送出後すぐにロットBがスタート
2	B	B	{A}	A	A	X	A	
3	B	B	B	{A}	A	X	A	
4	B	B	B	B	{A}	X	A	
5	B	B	B	B	X	B	{A}	カセットエンドウエハ {A} をINDに渡す 次サイクルで途切れることなくロットBがINDに渡される
6	B	B	B	B	X	B	B	

【0131】表からも明らかのように、一对の異種フローのロットA、Bの処理を途切れることなく接続することができ、後のロットBの投入を待機させることによって生じていた時間ロスをなくすることができる。

【0132】表14は、表4に示す一对の異種フローの※

従来のウエハ処理サイクル

ロットA ロットB	① IND ①	② HP1 ②	③ CP ③	④ SC ④	⑤ HP2 ⑤	⑥ HP3 ⑥	⑦ IND ⑦	
処理サイクル 1	{A}	A	A	A	A	X	A	カセットエンドウエハ {A} をインデクサに渡す カセットエンドウエハをカセットに収納した後ロットBがスタートする
2	X	{A}	A	A	A	X	A	
3	X	X	{A}	A	A	X	A	
4	X	X	X	{A}	A	X	A	
5	X	X	X	X	{A}	X	A	
6	X	X	X	X	X	X	{A}	
7	B	X	X	X	X	X	X	
8	B	B	X	X	X	X	X	
9	B	B	B	X	X	X	X	
10	B	B	B	B	X	X	X	
11	B	B	B	B	X	B	X	
12	B	B	B	B	X	B	B	

【0134】表からも明らかのように、ロットAの最後の基板投入後、ロットBの投入を5サイクル分待機させることとなり、表13のフレックスフローに比較して5サイクル分だけ待機時間が増大する。

*ロットA、Bを連続処理した場合におけるフロー接続部でのウエハ処理サイクルを示す。この表では、インデクサーINDのウエハ受渡しポジションから未処理の基板30を取り出し、搬送ロボット10が基板処理部（ユニット）を一巡して、再び処理済基板30がインデクサーINDに戻って来た状態での基板処理部（ユニット）における基板30の有無が示される。

【0130】

【表13】

※ロットA、Bを従来例の装置によって連続処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。

【0133】

【表14】

【0135】表15は、表13及び表14のウエハ処理サイクルの場合のスループットの比較例を示す。

【0136】

【表15】

スループットの改善

	投入制限が必要な サイクル数	時間ロス	繰り返し連続処理の スループット
従来	5	300秒	50枚/H
フレックスフロー	0	0	60枚/H

【0137】表からも明らかなように、1時間に60枚の基板の処理が行えるフレックスフローの処理のスループットは、1時間に50枚という従来例の処理のスループットに比較して1.2倍となっていることがわかる。なお、表の計算において、各ロットA、Bに25枚の基板30が含まれ、両者のタクトタイムが60秒で同一であり、一対の異種フローのロットA、Bを交互に無限に連続して流した場合を仮定している。

【0138】図18は、参考のため、表13及び表14に示すウエハ処理のフロー及びタイミングを具体的に図示したものである。ここで、横軸は、時間すなわちサイクルに対応し、縦軸は、基板処理部（ユニット）を示す。実線は、先に投入されるロットAの最後の基板30*

*の処理タイミングを示し、点線は、フレックスフローの処理において後に投入されるロットBの最初の基板30の処理タイミングを示し、一点鎖線は、従来例の装置において後に投入されるロットBの最初の基板30の処理タイミングを示す。図からも明らかなように、点線で示すフレックスフローの処理では、待機サイクルが生じていない。一方、一点鎖線で示す従来例の処理では、5回分の待機サイクルが生じる。

【0139】表16は、表5に示す一対の異種フローのロットA、Bをフレックスフローで連続処理した場合におけるフロー接続部でのウエハ処理サイクルを示す。

【0140】
【表16】

フレックスフローのウエハ処理サイクル

ロットA ロットB	① IND ①	② HP1	③ CP	④ SC ②	⑤ HP2 ③	⑥ IND ④	
処理サイクル 1	X	{A}	A	A	A	A	
2	X	X	{A}	A	A	A	
3	B	X	X	{A}	A	A	2枚分ウエハを空けてロットBがスタート
4	B	X	X	B	{A}	A	
5	B	X	X	B	B	{A}	カセットエンドウエハ {A} をINDに渡す
6	B	X	X	B	B	B	次サイクルで途切れることなくロットBがINDに渡される

【0141】表からも明らかなように、一対の異種フローのロットA、Bの処理を途切れることなく接続することができ、時間ロスをなくすることができる。ただし、処理ポジション差に起因して、後のロットBの投入を2サイクル分待機させることとなる。

【0142】表17は、表5に示す一対の異種フローのロットA、Bを従来例の装置によって連続処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。

【0143】
【表17】

従来のウエハ処理サイクル

ロットA ロットB	① IND ①	② HP1	③ CP	④ SC ②	⑤ HP2 ③	⑥ IND ④	
処理サイクル 1	X	(A)	A	A	A	A	
2	X	X	(A)	A	A	A	
3	X	X	X	(A)	A	A	
4	X	X	X	X	(A)	A	
5	X	X	X	X	X	(A)	カセットエンドウエハ (A) をインデクサに 渡す
6	B	X	X	X	X	X	カセットエンドウエハをカセットに収納した 後ロットBがスタートする
7	B	X	X	B	X	X	HP1/CP1はパスしSCにウエハを置く
8	B	X	X	B	B	X	
9	B	X	X	B	B	B	INDに戻るウエハは3サイクル分空く

【0144】表からも明らかなように、後のロットBの投入を5サイクル分待機させることとなり、表16に示すフレックスフローの処理に比較して3サイクル分だけ待機時間が增大する。なお、ロットの順序が逆の場合、フレックスフローの処理では待機時間がなく、従来例で*

*は3サイクル分だけ待機時間がある。

【0145】表18は、表16及び表17のウエハ処理20サイクルの場合のスループットの比較例を示す。

【0146】

【表18】

	投入制限が必要な サイクル数	時間ロス (1カセット当り)	繰り返し連続処理 のスループット
従来	5	300秒	50.8枚/H
フレックス フロー	2	120秒	57.7枚/H

【0147】表からも明らかなように、1時間に57.7枚の基板の処理が行えるフレックスフローの処理のスループットは、1時間に50.8枚という従来例の処理のスループットに比較して1.14倍となっていることがわかる。なお、表の計算において、各ロットA、Bに25枚の基板30が含まれ、両者のタクトタイムが60秒で同一であり、一対の異種フローのロットA、Bを交互に無限に連続して流した場合を仮定している。

【0148】表19は、表11に示す一対の異種フローのロットA、Bをフレックスフローによって連続処理した場合におけるフロー接続部でのウエハ処理サイクルを示す。この場合、ロットAのウエハフローに並行処理が含まれる。

【0149】

【表19】

並行処理が含まれる場合のウエハ処理サイクル

W=5

ロットA	①	② (④)	② (④)	② (④)	③	④	⑤	⑥	⑦
	IND (L)	a b c			d	e	f	g	IND (UL)
ロットB	①	⑤				④	②	③	⑥
処理サイクル									
1	X	A	A	(A)	A	A	A	A	A
* 2	X	X	A	(A)	A	A	A	A	A
3	X	X	X	(A)	A	A	A	A	A
4	X	X	X	X	(A)	A	A	A	A
5	X	X	X	X	X	(A)	A	A	A
6	B	X	X	X	X	X	(A)	A	A
* 7	B	X	X	X	X	X	B	(A)	A
8	B	X	X	X	X	X	B	B	(A)
9	B	X	X	X	X	B	B	B	X
10	B	B	X	X	X	B	B	B	X
11	B	B	X	X	X	B	B	B	B
12	B	B	X	X	X	B	B	B	B

【0150】表からも明らかなように、一対の異種フローのロットA、Bの連続処理において、後のロットBの投入を5サイクル分待機させることとなり、7サイクル分待機させる従来例に比較して2サイクル分だけ待機時間が減少する。

【0151】表20は、表12に示す一対の異種フローのロットA、Bを従来例の装置によって連続処理した場合*

* 合のウエハ処理サイクルを示す。表19の場合の両ロットの処理の順序を入れ換えたものである。したがって、ロットA側のウエハフローに並行処理が含まれる。なお、(B)はロットBの最後の基板30が存在することを意味する。

【0152】

【表20】

並行処理が含まれる場合のウエハ処理サイクル

W=3

ロットB	①	⑤				④	②	③	⑥
	IND (L)	a	b	c	d	e	f	g	IND (UL)
ロットA	①	②	②	②	③	④	⑤	⑥	⑦
処理サイクル									
1	X	B	X	X	X	B	(B)	B	B
* 2	X	B	X	X	X	B	X	(B)	B
3	X	B	X	X	X	(B)	X	X	B
4	A	(B)	X	X	X	X	X	X	B
* 5	A	A	X	X	X	X	X	X	(B)
6	A	A	A	X	X	X	X	X	X
7	A	A	A	A	X	X	X	X	X
8	A	A	A	A	A	X	X	X	X

【0153】表からも明らかなように、一対の異種フローのロットA、Bの連続処理において、後のロットBの投入を3サイクル分待機させることとなり、4サイクル分待機させる従来例に比較して1サイクル分だけ待機時

間が減少する。

【0154】上記フレックスフローの処理では、基板処理部(ユニット)としてインタフェース用パuffaが含まれない場合について説明してきた。インタフェース用

バッファとは、基板処理装置の外部に接続されるステッパ等の外部装置とのインタフェースのための装置のことをいう。一般に、ステッパ等の外部装置は、それに固有のサイクルタイムで動作しているため、基板処理装置のタクトタイムとの不一致により、タクト管理が不可能となる。したがって、このようなインタフェース用バッファを含むウエハフローの後に別のウエハフローを接続する場合、後側のウエハフローのタクト管理が不可能となる。このような問題を解決するため、インタフェース用バッファ装置以降の前側のロットAのウエハフローと後側のロットBのウエハフローとに関して、上記フレックスフローの方法によって投入待機サイクルWを求めて(図14及び図15参照)、後側のウエハフローのタ*

*タクト管理を可能にする。このような投入待機サイクルWの計算において、インタフェース用バッファは、基板30の搬出処理を行うインデクサーINDに置き換えて扱う。この場合、前側のロットAのウエハフローのインタフェース用バッファ前の全ての処理が終了して、前のロットAの最終の基板30がインタフェース用バッファから搬出された段階で、タクト管理を開始し、投入待機サイクルWを計算し、或いは予め計算した投入待機サイクルWに基づいて、後のロットBの待機と処理とを行う。

【0155】表21に、一対のロットA、Bのウエハフローの一例を示す。

【0156】

【表21】

	①	②	③	④	⑤		
ロットA	IND-SC-HP1-CP1-IF-B-DEV-HP2-CP2-----IND (L)				(UL)		
ロットB	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	IND-----HP2-CP2-SC-HP3-CP3-IND (L)						(UL)

【0157】先に投入するロットAのウエハフローには、インタフェース用バッファでの処理(IF-B)とスピンドレロップSDでの処理(DEV)とが含まれる。この場合、処理ポジション差Pd=0で、フローステップ差Fsm=1で、最大フローステップ差Fs=1である。したがって、後側のロットBを連続して投入する際の投入待機サイクルW=1となる。

【0158】また、上記フレックスフローの処理では、前のロットAが並行処理の場合に、並行処理のある基板処理部(ユニット)に関するものにつき、(並行処理数-1)を加算して新たにフローステップとし、並行処理のある基板処理部(ユニット)で前後のロットA、Bの処理が衝突することを防止している。しかし、これは最悪の状態に備えたものである。例えば、前のロットAの最後の基板30が後のロットBの基板30と重複する基*

※板処理部(ユニット)に入らない場合、前のロットAの最後から2番目或いはそれ以前の基板30の循環搬送に着目し、この基板処理部(ユニット)については、このような実施的に最後の基板30に対するものとしてフローステップ差Fsmを求め(具体的には、フローステップに、(並行処理数-2)、(並行処理数-3)、...を加算し)、全体での投入待機サイクルWを減少させることもできる。なお、後のロットBの主に先頭側に並行処理が含まれる場合にも、上記と同様の手法によってフローステップ差Fsmを減少させ、全体での投入待機サイクルWを減少させることができる。

【0159】表22は、上記のような並行処理が含まれるウエハフローを示したものである。

【0160】

【表22】

ロットA	IND ^a _(L) [b] e-f-g-----IND _(UL)
ロットB	IND-a-b-e-f-g-----IND _(UL)

【0161】この場合、前のロットAにウエハフローに並行処理が含まれる。つまり、ロットAの処理a、b、cは並行処理となっている。

【0162】このような一対のロットA、Bの処理を接続する場合、図14及び図15のような計算方法では、投入待機サイクルW=2となる。一方、ロットAの最後の基板30が処理cに対応する基板処理部(ユニット)で処理される場合、処理aでの衝突は最後から2番目

上の基板30で生じ得ることとなるので、投入待機サイクルWを減少させることができる。

【0163】図19は、表22のような場合のウエハ処理のフロー及びタイミングを具体的に図示したものである。ここで、横軸は、時間すなわちサイクルに対応し、縦軸は、基板処理部(ユニット)を示す。実線は、図14及び図15のような計算方法によって投入待機サイクルWを求めた場合を示し、点線は、最も効率的に一対の

ロットA、Bの処理を接続する場合を示す。図面からも明らかなように、後側のロットBの投入を1サイクル早めることができる。

【0164】以下、スループット優先フレックスフローの場合の基板処理装置の動作について説明する。この場合、タクト管理を行わない点を除き、タクト優先のフレックスフローの処理と変わらない。したがって、その動作は図13に示すものとほぼ一致し、搬送等の工程（ステップS203）のみ相違する。以下の説明では、搬送等の工程（ステップS203）の具体的な内容のみ説明する。

【0165】図20及び図21は、搬送等の工程（ステップS203）の詳細を示したフローチャートである。

【0166】まず、投入待機サイクルWが1以上か否かを判別する（ステップS335）。ステップS335で投入待機サイクルWが1以上でロットBの投入が制限されると判定された場合、カウンタの値D=0として初期状態とする（ステップS337）。次に、ロットAの基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる（ステップS339）。この場合、ロットBは、待機状態となる。次に、カウンタの値Dに1を加算して（ステップS340）、Dが投入待機サイクルW以上かどうかを判別する（ステップS341）。該当しない場合、ステップS339に戻り、同様の動作を繰返し、ロットAの最後の基板30の処理を順次進行させる。

【0167】ステップS341でDが投入待機サイクルW以上と判別された場合、ロットBの基板30の待機状態を解除し、投入待機サイクルWが標準待機サイクルWmax未満かどうかを判別する（S342）。投入待機サイクルWが標準待機サイクルWmax未満と判別された場合、ロットA、Bの基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる（ステップS344）。次に、ロットAの最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する（ステップS345）。該当しない場合、ステップS344に戻り、同様の動作を繰返し、ロットA、Bの基板30の処理を順次並列的に進行させる。

【0168】ステップS345でロットAの最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、ロットBの残りの基板30の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる（ステップS350）。次に、ロットBの最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する（ステップS351）。この場合、該当しないのでステップS350に戻り、同様の動作を繰返し、ロットBの残りの基板30の処理を順次進行させる。ステップS351で最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、処理を終了する。

【0169】なお、ステップS335で投入待機サイクルWが1未満（すなわち0）でロットBの投入が制限されないと判定された場合、ステップS344に進み、ロットAの残りの基板30とロットBの最初の基板30とにつ

いて1サイクルの循環搬送を行わせる。次に、ステップS345でロットAの最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別し、該当しない場合は、ステップS344に戻る。このような動作を繰返し、ロットAの最後の基板30についての最後の循環搬送と判定した場合、ステップS350、S351を繰返して残りのロットBの処理を進める。

【0170】また、ステップS342で投入待機サイクルWがWmaxの場合、ロットAの基板処理が全部終了した後にロットBの投入されるものとして、ステップS350に進んでロットBの処理を進行させる。

【0171】以上、実施例に即してこの発明を説明したが、この発明は上記実施例に限定されるものではない。

【0172】例えば、上記実施例では、2種の異種フローのロットを並列的に処理する場合に付いて説明したが、3種以上の異種フローのロットを連続して並列的に処理することもできる。さらに、これらの異種フローを交互に一定の比率で繰返す並列処理も可能である。

【0173】さらに、異なるロットのウエハフローに共通ポジションがない場合であれば、それらのフローステップ数の差の如何に拘らずダブルフローを適用できる。ただし、i)極端にフローステップ数の異なるウエハフローのロットを連続的に処理する場合や、ii)タクトタイムがプロセス時間によって制限を受けるロットと、タクトタイムが搬送ロボット10の搬送時間の制限を受けるロットとを連続処理する場合や、iii)タクトタイムが共にプロセス時間によって制限を受けているロット同士を連続処理する場合や、iv)インターフェースパッファを含むウエハフローのロットと、インターフェースパッファを含まないウエハフローのロットとを連続処理する場合には、フレックスフローでは後のロットの投入待機時間が増大する問題があるので、ダブルフローの処理がスループットの改善に効果的である。例えば、省スペースに貢献できるシングルブロックインライントタイプ（搬送ロボットが単一のもの）の基板処理装置で、露光器に接続されていない場合に、コーティングと現像処理を並行して行う場合など、2ブロックインライントタイプの基板処理装置に比較して、従来ではスループットが1/2になってしまうのが常識であったが、ダブルフローの処理を用いることで、スループットの低下を防止できる。

【0174】また、実施例では、既に投入した先投入ロットの循環搬送開始後に異種フローの後投入ロットのウエハフローの内容を入力し、ダブルフローまたはフレックスフローの内容を決定しているが、異種フローのロットのウエハフローの内容を予め入力した上で、ダブルフローまたはフレックスフローの内容を決定し、これに基づいて各ロットの基板30を漸次循環搬送することもできる。

【0175】また、フレックスフローの処理において、投入待機サイクルWの計算方法は、フローステップ差F

s等と一致させる必要はない。すなわち、投入待機サイクルWがフローステップ差Fs等より大きければ、ロットの異なる先後投入ロットの追い越しがなくなり、ロット間で処理が干渉する事態が生じず、また、投入待機サイクルWが標準待機サイクル（従来方法の場合の待機サイクル）未満であれば、スループットを向上させることができる。

【0176】また、実施例では、タクトタイムが異なるロットの場合、装置内に有る先後投入ロットのどちらか長い方のタクトタイムとしているが、これに限られるものではない。例えば、先投入ロットのタクトタイムが長い場合に、後投入ロットのタクトタイムを先投入ロットに一致させることもできる。ただしこの場合、タクトタイムを長くしたことによって投入待機サイクルを標準待機サイクル未満とした効果が相殺されない範囲で先後投入ロットを処理する。なお、先後投入ロットのタクトタイムが同一の場合、両ロットを一定のサイクルタイム、すなわちタクトタイムで処理することができる。

【0177】また、実施例では、ウエハフローが異なる異種フローの連続処理の場合のみについて説明したが、同一のウエハフローであって基板の処理温度、処理時間、回転数、処理液等の各種プロセスデータやスループットが異なるように設定された連続処理の場合であっても、後側のロットの投入時期を適宜サイクル単位で遅延させることにより、スループットを大きくすることができる。

【0178】

【発明の効果】この発明の基板処理装置では、先投入ロット及び後投入ロットで共に使用される基板処理部が存在しない場合、先投入ロットに関する先投入ロット側循環搬送のうち、先投入ロットの最初の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送後から先投入ロットの最後の基板を含む最初の先投入ロット側循環搬送前までの間に、後投入ロットの基板に関する後投入ロット側循環搬送を少なくとも1回以上割込ませることとしているので、先投入ロットの処理中に後投入ロットの処理に必要な基板処理部の全てが空いてしまうといった事態を防止でき、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の動作原理を説明する図である。

【図2】この発明の動作原理を説明する図である。

【図3】この発明の動作原理を説明する図である。

【図4】この発明の動作原理を説明する図である。

【図5】この発明の処理の概念を説明する図である。

【図6】第1実施例の基板処理装置を示す斜視図である。

【図7】図6の基板処理装置の配置図である。

【図8】図6の基板処理装置のブロック図である。

【図9】第1実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図10】第2実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図11】第3実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図12】第3実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図13】図12のフローチャートの一部を詳細に説明した図である。

【図14】図13の投入待機サイクルの算出を示すフローチャートである。

【図15】図13の投入待機サイクルの算出を示すフローチャートである。

【図16】図13の基板搬送動作、投入待機等を示すフローチャートである。

【図17】図13の基板搬送動作、投入待機等を示すフローチャートである。

【図18】タクト優先フレックスフローの動作を具体的に図示したグラフである。

【図19】タクト優先フレックスフローの動作の変形例を具体的に図示したグラフである。

【図20】スループット優先フレックスフローの動作を示すフローチャートである。

【図21】スループット優先フレックスフローの動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10 搬送ロボット

20 カセット

30 基板

60 コントローラ

AH 密着強化ユニット

CP1~CP6 クーリングプレート

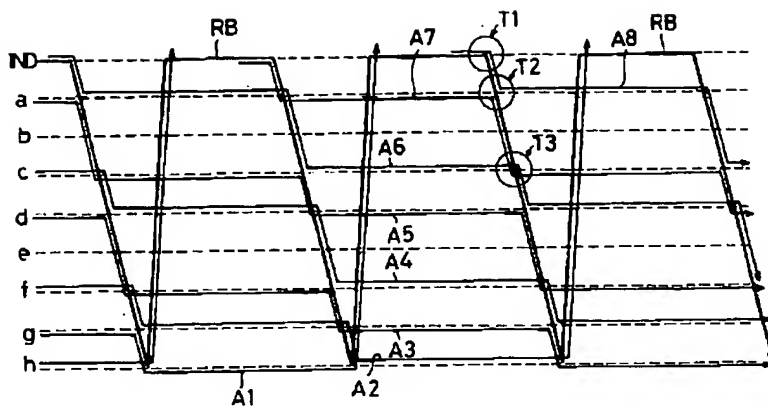
40 HP1~HP6 ホットプレート

SC スピンコータ

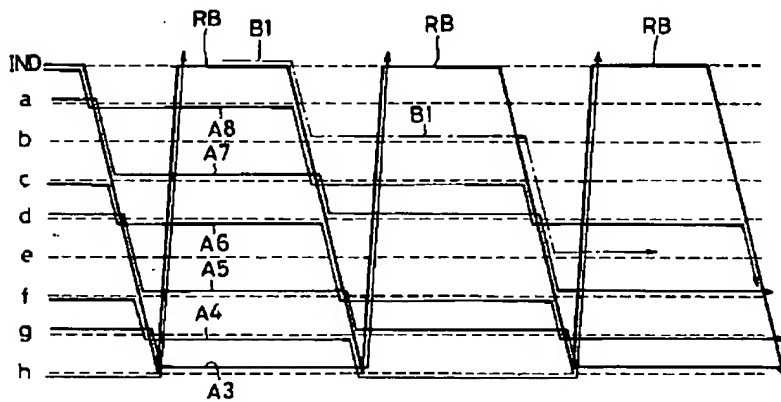
SD1、SD2 スピンデベロッパ

IND インデクサー

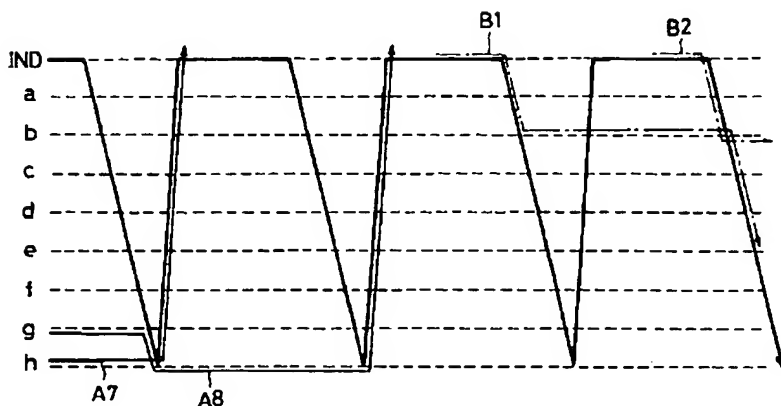
【図1】



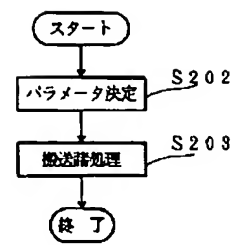
【図2】



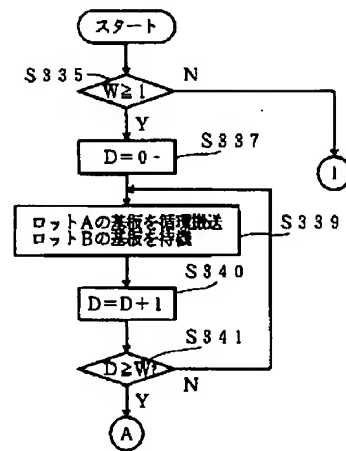
【図3】



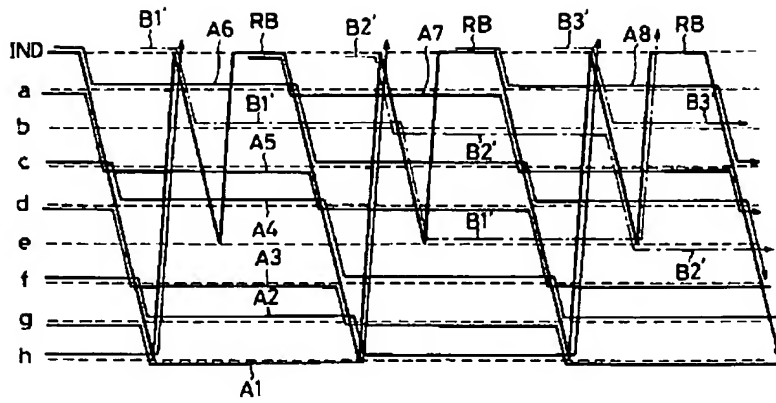
【図13】



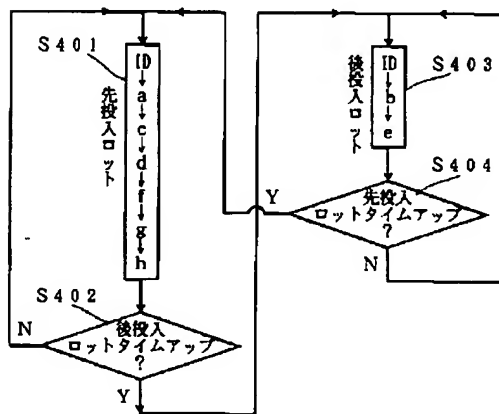
【図20】



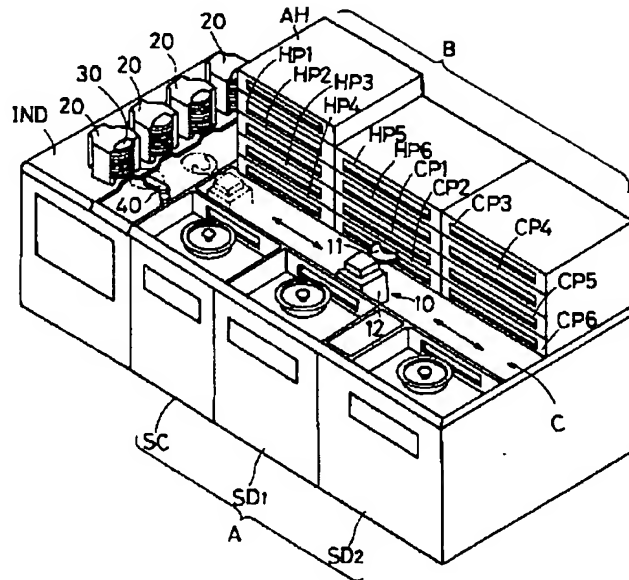
【図4】



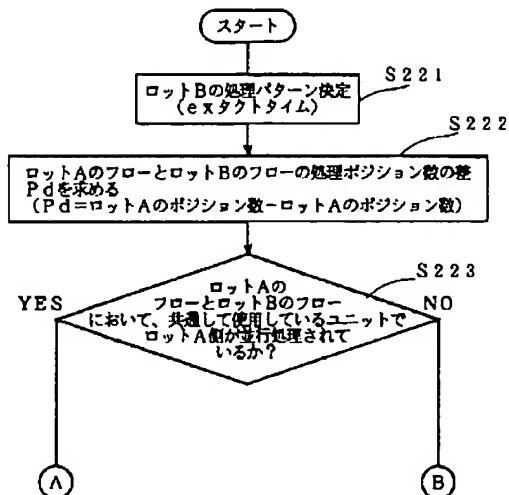
【図5】



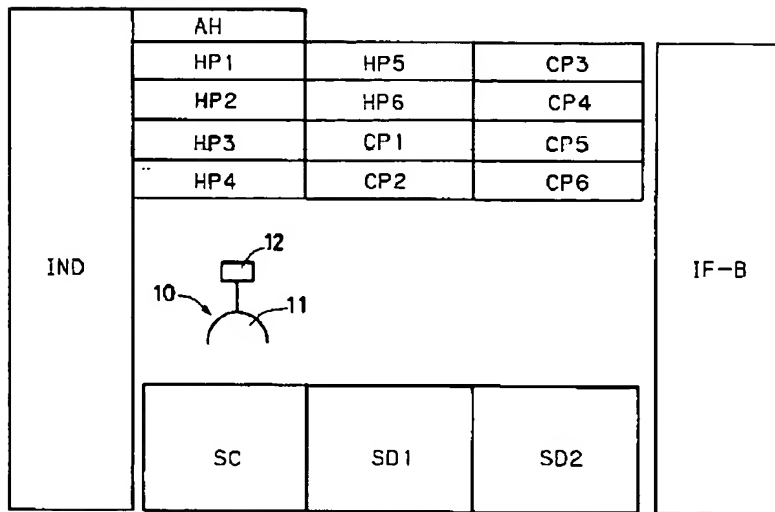
【図6】



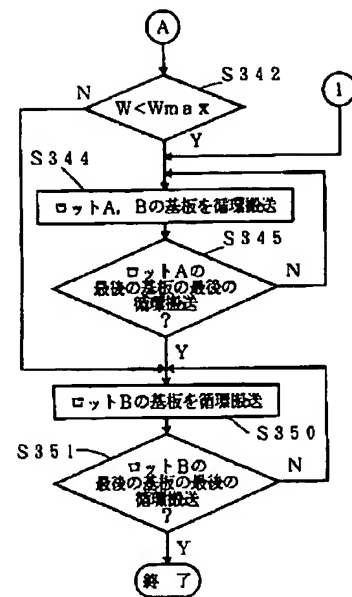
【図14】



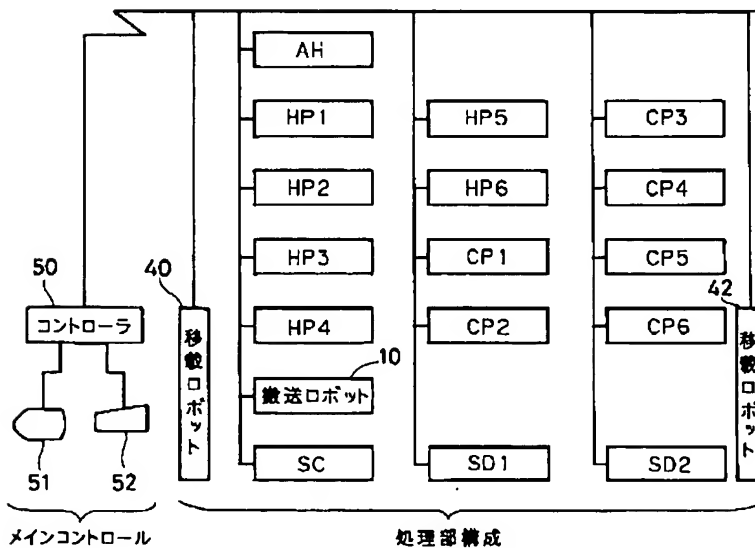
【図7】



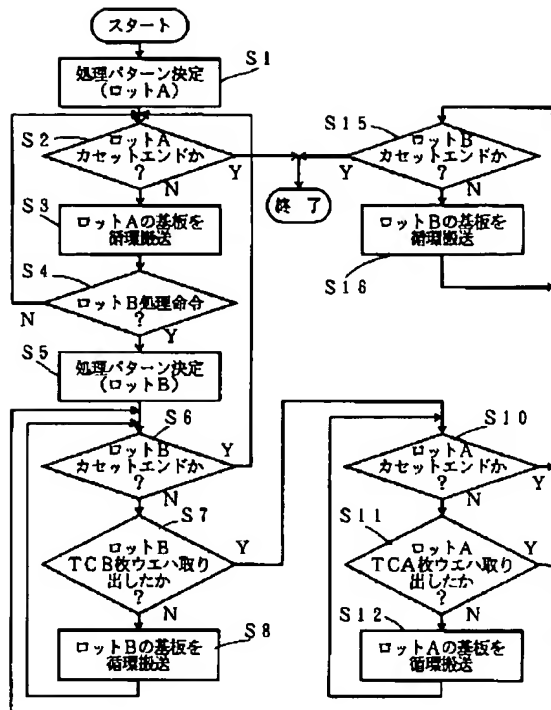
【図21】



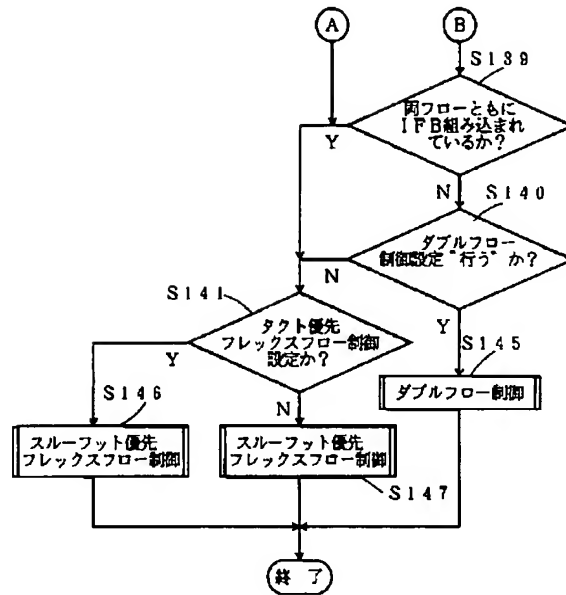
【図8】



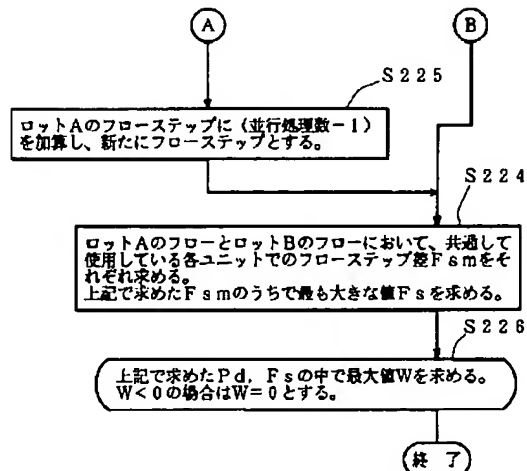
【図9】



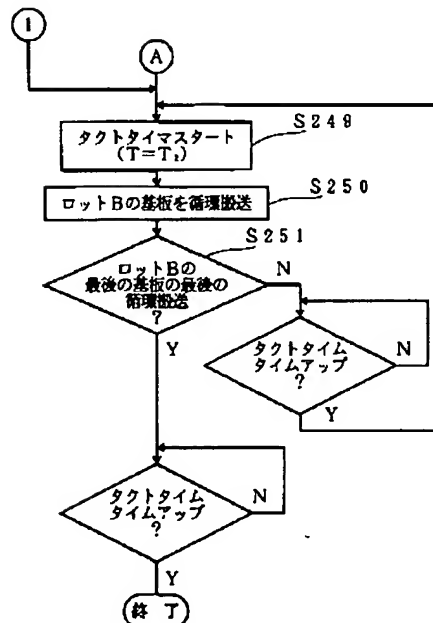
【図12】



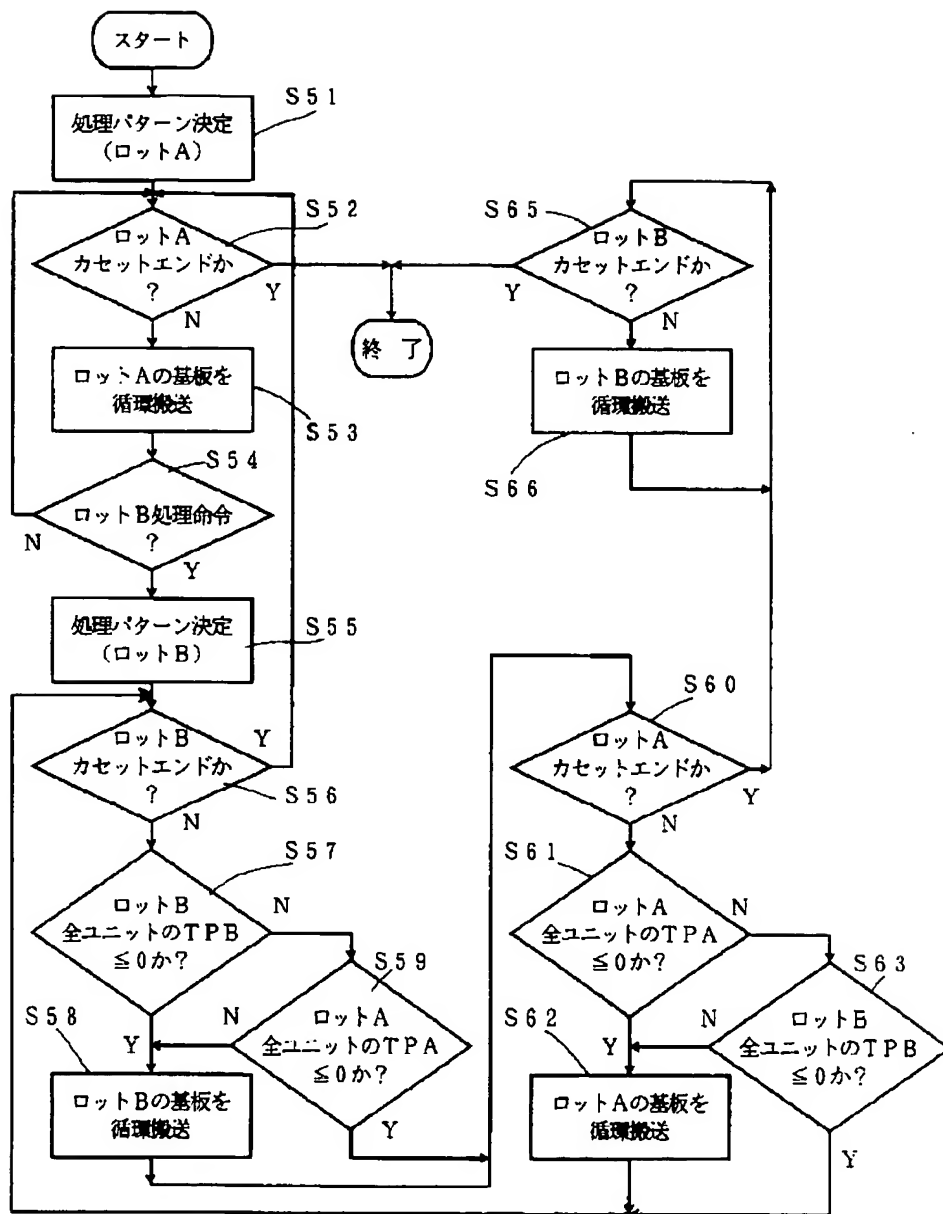
【図15】



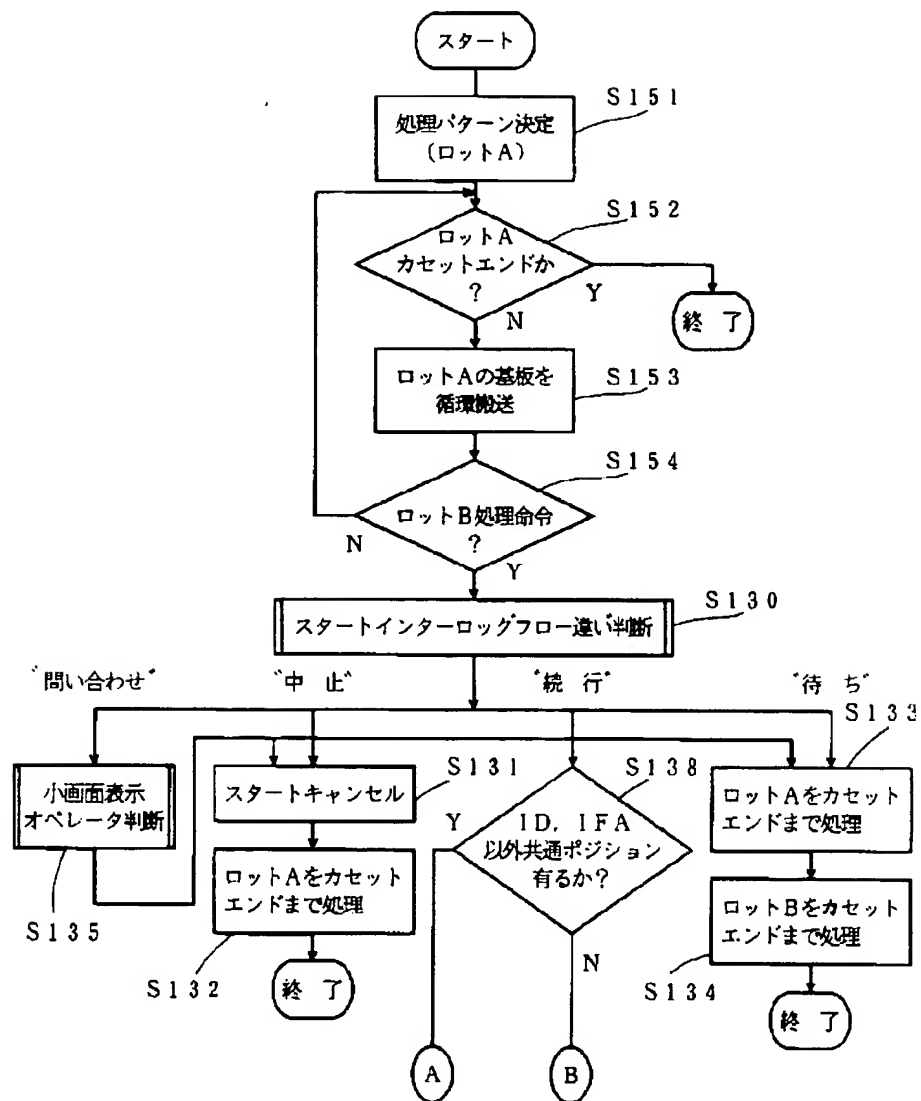
【図17】



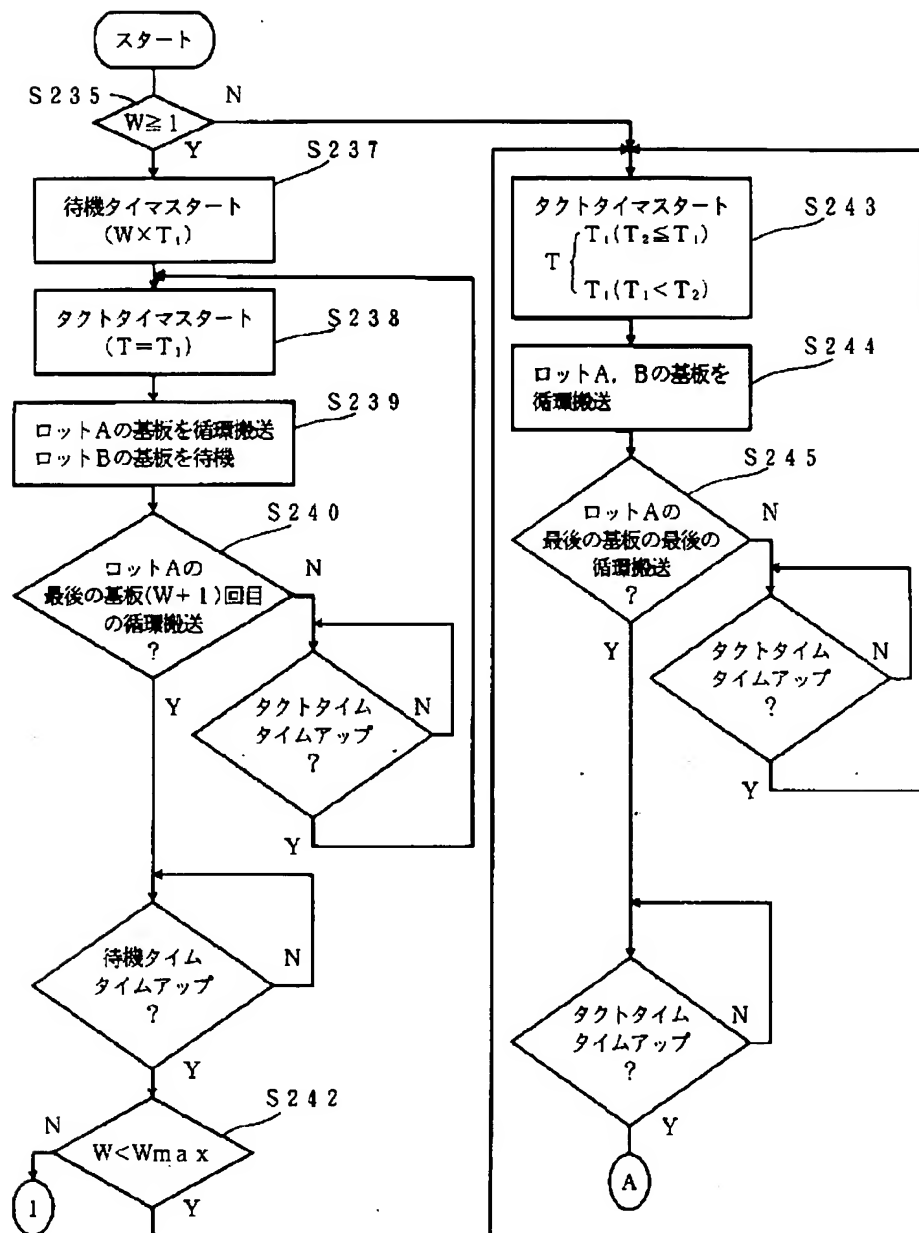
【図10】



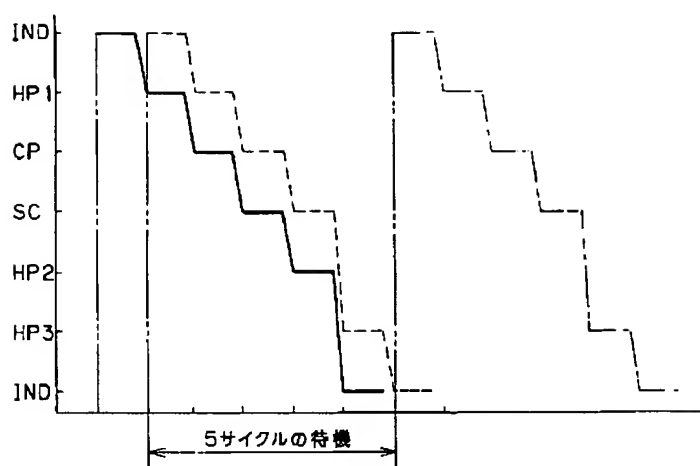
【図11】



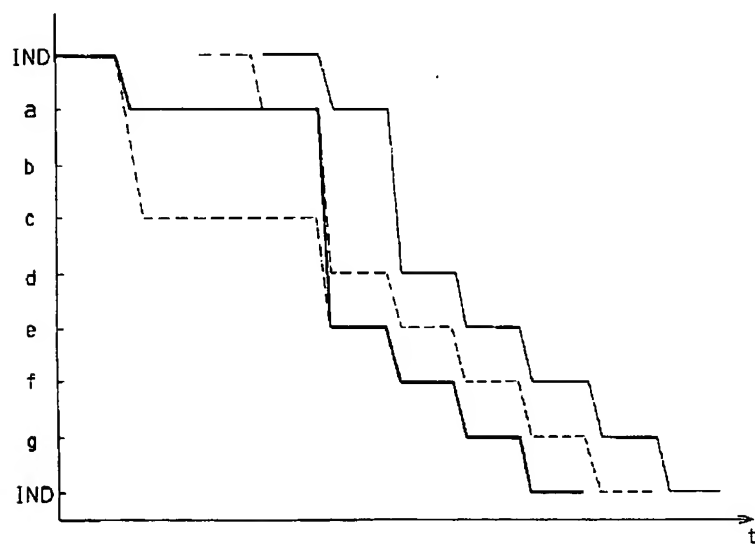
【図16】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 亀井 謙治

京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日
本スクリーン製造株式会社洛西工場内

(72)発明者 森本 徹

京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日
本スクリーン製造株式会社洛西工場内